Jb. nass. Ver. Naturkde. **132** S. 61-107 28 Abb. 2 Tab. Wiesbaden 2011

Goethes „Urbreccie“ – ein verkieselter Hangschutt im nordwestlichen Mainzer Becken (Tertiär, Paläogen; SW-Deutschland) und seine Genese

Hans-Jürgen Anderle, Thomas Schindler,
Michael Wuttke & Ulf Zinkernagel

Bingen, Brekzie, Verkieselung, Petrografie, Alttertiär, Mainzer Becken

K u r z f a s s u n g: Die verkieselte Goethe-Brekzie vom Rochusberg ist ein Hangschutt. Sie gehört ins Alttertiär (Steingang-Formation). Sie wurde in einem paratropischen Klima im Eozän und Unteroligozän am steilen Nordhang des Rochusbergs gebildet. Die Brekzie stellt ein terrestrisches Vorkommen dar, das während der tertiären marinen Überwältigung des Rochusbergs mehrfach aufgearbeitet und im Oberoligozän (Budenheim-Formation) fluviatil überprägt wurde. Unter vadosen Bedingungen wurde die Brekzie zersetzt und Komponenten chertisiert, wobei biogene Vorgänge eine Rolle spielten. Die Verkieselung der Matrix und von Porenräumen erfolgte während der fluviatilen Schlussphase und reichte von oben in die grundwassergesättigte Hangschuttbrekzie hinein. Im Pleistozän wurde die Brekzie durch Wasser- und Windschliff überprägt.

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung

Die Goethe'sche „Urbreccie" ist seit 1814 bekannt (v. GOETHE 1817, WEIDENBACH 1852, LOSSEN 1867, ERCKMANN 1896).

Johann Wolfgang von Goethe hat, von Wiesbaden aus, wo er sich zur Kur aufhielt, zweimal den Rochusberg besucht, am 16. August und am 5. September 1814. Dabei entdeckte er am nördlichen Fuß des Berges nahe dessen östlichem Ende ein auffälliges Gestein, eine Brekzie aus eckigen Quarzit- und Quarzstücken, die durch Kieselsäure verkittet sind. Er hat sie „billig unter die Urbreccien gerechnet" (v. GOETHE 1817). Sein Wunsch nach einer näheren Untersuchung dieses Vorkommens ging allerdings Zeit seines Lebens nicht mehr in Erfüllung. Jedoch ist seiner Bitte, ihm „einige belehrende Musterstücke zukommen zu lassen", offensichtlich entsprochen worden, denn in der Sammlung Goethes in Weimar befinden sich vier Stücke der Brekzie aus Bingen. Sie sind bei PRESCHER (1978: 111, 354) unter den Nummern 1903 und 6164 aufgeführt.

WEIDENBACH (1852: 2) erwähnte „auf dem Rochusberg Hornstein und Hornsteinkonglomerat".

LOSSEN (1867: 626) beschrieb aus dem Steinbruch hinter Villa Landy (seit 1898 Villa Sachsen; entspricht Bruch 2 der Abb. 2) folgendes: „Scharfeckige, seltener gerundete Fragmente desselben Quarzites und weissen, derben Quarzes, oft mehr als faustgross, sind in die weissen, rauhkörnigen Gesteine in grosser Menge eingeschlossen, so dass dieselben ein sehr grobes, breccienartiges Conglomerat bilden. Grosse Blöcke* (*bis 5000 Cubikfuss Inhalt) davon liegen am Fusse des Berges am Rheinstrande und den Berghang hinab in der westlichen halbverschütteten Hälfte der Brüche, ohne dass man deutlich erkennen kann, wie das Gestein ansteht, ob als Lager oder Gang. ... Es sind dieselben breccienartigen Conglomerate, welche einstens GOETHE's grossem Geiste zu denken gaben, als er am Rochusfeste zur Wallfahrtskapelle hinaufstieg." LOSSEN (1867) hält die Brekzien für eine Lager-Bildung (d. h. konkordant zum Taunusquarzit liegend). Er stellt sie gemeinsam mit Tonschiefer- und Quarzit-Klastenlagen innerhalb des Taunusquarzits in eine genetische Reihe.

Nach ERCKMANN (1896) zogen sich die „Konglomerate", zum Teil von gewaltiger Größe, am Rheinabhang des Kempter Ecks vom Binger Hafen an bis an den Steinbruch (2) herauf. Sie hatten also damals noch eine viel weitere Verbreitung als heute.

WAGNER (1926a) verfolgte die Brekzie vom Ohlig-Berg hinter der Villa Sachsen bis zur Mainzer Straße. Sie bildete damals „markante Felsen in der Landschaft". Nach WAGNER & MICHELS (1930a) erreicht die Brekzie am alten Steinbruch-

eingang (Steinbruch 2 in diesem Beitrag) eine Mächtigkeit von 20 m. WAGNER (1926a) sowie WAGNER & MICHELS (1930b: 39, 98) deuten die Brekzie als aszedent oder deszedent verkieselte Störungsbrekzie.

In den Akten zum heutigen Steinbruch 1 wird erwähnt, dass vor Abbau des Quarzits erst das Konglomerat auf der Sohle entfernt werden müsse (Bergamt Bad Kreuznach, Schreiben des Steinbruchbesitzers vom 28.7.1960). Laut Herrn Berg/Steinbruch 1 kommen Blöcke der Brekzie in der Halde seines Steinbruchs vor; sie sind heute zwischen und über Gabionen entlang der Steinbruchauffahrt eingebaut.

Ein großer, mehrere Meter messender Block wird schon von WAGNER (1926a) als eingezäuntes Denkmal erwähnt und ist seit 1962 eingetragenes Naturdenkmal (KUHN & NEUFFER 1999). Dies ist vermutlich Block 1 der Goethestein-Inszenierung.

Blöcke aus dem Hangschutt dienten auf dem Gelände der Fa. Binderer St. Ursula-Weinkellerei zur Wegbegrenzung. Beim Bau der hinteren (hangseitigen) Halle dieser Firma wurde 1967 beim Ausheben der Baugrube ein großer Block gefunden und gesprengt (mdl. Mitt. von Herrn Heiner DEINHARD, Bingen).

ROTHAUSEN & SONNE (1984) sowie MEYER & STETS (1996) übernahmen die Deutung von WAGNER (1926a) und WAGNER & MICHELS (1930b). ANDERLE (1999) deutet die Brekzie dagegen neu und interpretiert sie als Hangschutt.

Ein Block der heutigen Goethestein-Inszenierung wurde bei Straßenbauarbeiten der Mainzer Straße 2008 entdeckt. Bei den Erdarbeiten zur Gestaltung des Geländes am Goethestein wurde ein weiterer großer Block angetroffen. Da dieser



Abbildung 1: Bingen, Mainzer Straße, Inszenierung der Goethe-Brekzie im Rahmen der Landesgartenschau Bingen 2008 (aus SCHINDLER et al. 2009).

Block für den eingesetzten Bagger zu groß war, hat man ihn im Untergrund belassen.

Im Jahr 2008 haben die Stadt Bingen, der Grundeigentümer Prinz zu Salm-Salm/Wallhausen in Kooperation mit der Generaldirektion Kulturelles Erbe Rheinland-Pfalz/Direktion Landesarchäologie/Referat Erdgeschichte und dem Nassauischen Verein für Naturkunde zehn größere Brekzien-Findlinge für eine geotouristisch-forschungshistorische Inszenierung an einem öffentlich zugänglichen Platz um den größten und einen zweiten kleineren, dort vorhandenen Block zusammengetragen (Abb. 1). Vier der Blöcke sind seit 2005 nach dem rheinland-pfälzischen Denkmalschutzgesetz als bewegliche Bodendenkmäler unter Schutz gestellt, allerdings sind aktuell nur noch drei Blöcke vorhanden, der Verbleib des vierten beweglichen Bodendenkmals ist derzeit unbekannt (vgl. Anhang 1). Zusammen mit der Inszenierung wurde eine Neuuntersuchung der Brekzie eingeleitet.

2 Geologie des Rochusbergs

2.1 Devon

Geologisch stellt der Rochusberg die Südwestecke des Taunus dar. Er ist aus der Schichtenfolge der Taunuskamm-Einheit aufgebaut: Über den sauren Metavulkaniten der Krausaue folgen Bunte Schiefer und Taunus-Quarzit. Die Schichten streichen rund 60° und fallen steil nach NNW ein. Sie sind nach SSE überkippt. Sie bilden die Rochusberg-Schuppe, die bei der variscischen Gebirgsbildung – während der Kollision von Armorika im S mit Avalonia im N vor rund 330 Millionen Jahren – auf die rechtsrheinische Niederwald-Schuppe aufgeschoben wurde (Abb. 2) (vgl. SOMMERMANN et al. 1994).

Ältestes und in der ursprünglichen Lagerung tiefstes Gestein ist ein Quarzkeratophyr, der vom Bahnhof Rüdesheim, von der Krausaue und von der Rheinsohle bei Strom-Kilometer 528,6 rund 140 m nördlich des Binger Ufers bekannt ist. Sein Alter, das mit der Uran-Blei-Methode an Zirkonen bestimmt worden ist, beträgt 434 +34/-22 Millionen Jahre. Dies entspricht der Altersspanne vom Oberordovizium bis einschließlich tiefstem Devon der drei bisher datierten Metavulkanite (Grünschiefer, Felsokeratophyr, Serizitgneis) des Vordertaunus (SOMMERMANN et al. 1994).

Darüber folgen die Bunten Schiefer der Gedinne-Stufe des Unterdevons als grünliche und graue Schiefer mit bis dm-starken Einlagerungen hellgrauer Quarzite. Am Rochusberg sind die Schiefer nur unterhalb der Burg Klopp aufgeschlossen, die Quarzite hingegen auch an der Tankstelle in der Mainzer Straße in Bingen. Die für den Taunus typischen violetten und weinroten Tonschiefer fehlen hier.

Die rund 100 m mächtigen Hermeskeil-Schichten, stark glimmerführende, rötliche Sandsteine mit Lagen hellgrünlicher Schiefer, sind am Rochusberg aus lithofaziellen Gründen nicht ausgebildet.

Den Höhenrücken des Rochusbergs bildet der rund 750 m mächtige Taunusquarzit der Siegen-Stufe des Unterdevons, der in Felsrippen am Westende und in Steinbrüchen an der Nord- und Ostseite des Berges aufgeschlossen ist (Stein-

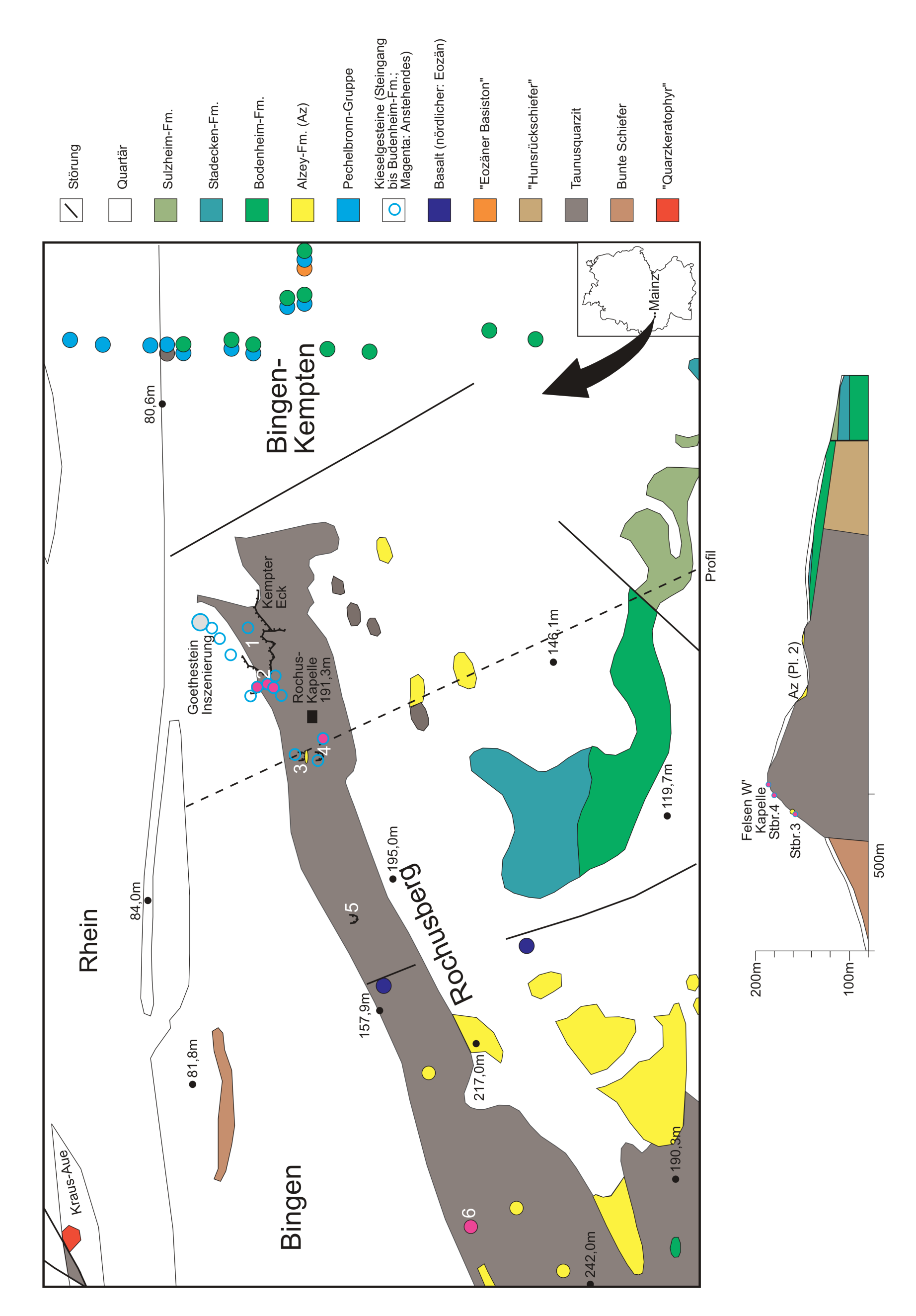


Abbildung 2: Geologische Karte des Rochusbergs mit Querschnitt (nach WAGNER & MICHELS 1930a, ANDERLE 1999 und eigenen Begehungen).

brüche 1 bis 5 in Abb. 2 und Tab. 1). Es handelt sich um dünn- bis mittelbankigen, weißen bis hellgrauen Quarzit mit rötlichen Verwitterungsfarben.

Tabelle 1: Gauß-Krüger-Koordinaten der Probennahmen und Aufschlüsse

Nr.	TK25	R-Wert	H-Wert	Proben
Goethestein-Inszenierung	6013 Bingen	3423337	5537586	Block 5: Bingen 10,1 (Budenheim-Fm.) Block 10: Bingen 11 (Steingang-Fm.)
Lesesteine aus Gabionen und der Baustelle Goethe-stein-Inszenierung	6013 Bingen	–	–	Bingen 1,1 bis 1,4, Bingen 2,1 und 2,2 Bingen 3,1 bis 3,3, Bingen 4,1 und 4,2 G2011/5016-LS (alle Steingang-Fm.)
1	6013 Bingen	3423300	5537400	(Taunusquarzit)
2	6013 Bingen	3423170	5537420	Bingen 5,1 (Steingang-Fm. auf Taunus-Quarzit)
3	6013 Bingen	3422921	5537283	Bingen 8,1 und 8,2, Bingen 9,1 und 9,2 (Alzey-Fm.)
4	6013 Bingen	3422914	5537229	Bingen 6,1 und 6,2 (Grenze Steingang-Fm. zu Budenheim-Fm.)
5	6013 Bingen	3422403	5537140	(Taunusquarzit)
6	6013 Bingen	3422113	5536795	G2011/5018-LS (Alzey-Fm.)
Mandel	6112 Wald-böckelheim	3411500	5525500	G2011/5019-LS; Weinberg 1 bis 3 (Buden-heim-Fm., in pleistozäner Terrasse)

2.2 Tertiär

Am Nord- und Südhang des Rochusbergs lagern dem unterdevonischen Taunusquarzit Sedimente des Paläogen auf. Im Taunusquarzit sitzen zwei Basaltschlote.

2.2.1 Basaltschlote

In der Mitte des Rochusbergs sind zwei Schlotfüllungen mit Basalt und Basalttuff bekannt (WEIDENBACH 1852, ERCKMANN 1896, WAGNER & MICHELS 1930a, b). Der Basalt besitzt nach HORN et al. (1972: 146) ein Kalium-Argon-Gesamtgesteinsalter von 51,1 Millionen Jahren. Er gehört damit ins Untereozän.

2.2.2 Goethe-Brekzie: Hangschutt (Steingang-Formation) und verkieselte Konglomerate (Alzey- und Budenheim-Formation)

Die Brekzien- und Konglomeratfunde vom Nordhang des Rochusbergs werden hier als Goethe-Brekzie informell zusammengefasst. Im Jahr 2010 wurden während mehrerer Begehungen durch die Autoren am Nordosthang des Rochusbergs, neben den bisher bekannten, weitere Blöcke und anstehende Brekzien kartiert. Insbesondere auf den Halden zweier alter Steinbrüche im Hang (Steinbruch 1 und 2) konnten verschiedene Brekzienblöcke, aber auch verkieselte Konglomerate festgestellt werden. Im Bereich oberhalb des Steinbruchs 2 bis oberhalb des Steinbruchs 4 westlich der Rochus-Kapelle sind dabei neben anstehenden, teils polierten Felsrippen des Taunusquarzits anstehende Felsen aus polierter Brekzie/Konglomerat gefunden worden (Abb. 2).

Der westliche Nordhang des Rochusbergs zeigt gelblichbraune Kiese und Sande der Alzey-Formation (zur Statigrafie s. Tab. 2), die überwiegend unver-

Tabelle 2: Stratigrafie des älteren Tertiärs des Mainzer Beckens (GRIMM et al. 2000, GRIMM & GRIMM 2003)

<table>
<tr><td rowspan="4">Selztal-Gruppe</td><td colspan="4">Budenheim-Form.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Sulzheim-Formation</td></tr>
<tr><td colspan="4">Stadecken-Formation</td></tr>
<tr><td colspan="3">Bodenheim-Formation</td><td>Alzey-Formation</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Pechelbronn-Gruppe</td><td colspan="3">Obere Pechelbronn-Schichten</td><td rowspan="6">Steingang-Formation</td></tr>
<tr><td colspan="3">Mittlere Pechelbronn-Schichten</td></tr>
<tr><td colspan="3">Untere Pechelbronn-Schichten</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Oberrhein-Gruppe</td><td rowspan="3"></td><td rowspan="3">Haguenau-Gruppe</td><td>Rote Leitschicht</td></tr>
<tr><td>Grüne Mergel</td></tr>
<tr><td>Ältere Eisenberger Tonfolge</td></tr>
<tr><td colspan="4">Eozäner Basiston und Basissand</td></tr>
</table>

festigt auf teilweise rötlich verwittertem Taunusquarzit lagern. Eine Kruste um ein größeres Geröll der Fundstelle 6 erwies sich als verkieselt (Abb. 2, Nr. 6). Näheres s. Abschn. 3.1.3.

2.2.3 Selztal-Gruppe

Dem Rochusberg liegen sowohl auf der Nordseite (Waldfriedhof Bingen) als auch auf der Südseite in verschiedener Höhe Sande und Kiese der Alzey-Formation auf (Abb. 2). Diese Brandungssedimente lassen sich den Brandungsplattformen 2 und 3 (sensu GRIMM et al. 2000) zuordnen, der Rochusberg war damals eine Halbinsel. Diese Psammite werden teilweise von Tonen und Mergeln der Bodenheim- und Stadecken-Formation überlagert (Südseite). Vom Nordhang des Rochusbergs liegt aus der Alzey-Formation eine Rippe der Seekuh *Halitherium* vor (ehem. Slg. K. GEIB im Schlosspark-Museum Bad Kreuznach, heute als Dauerleihgabe im Museum der Stadt Alzey). An der Rochusbergkapelle steht ein verkieseltes Konglomerat an, das zum fluviatilen Anteil der Budenheim-Formation (im Sinne von GRIMM et al. 2000) gehört. Es wurde früher zur Goethe-Brekzie gezählt (WEIDENBACH 1852) und wird weiter unten zusammen mit der Brekzie beschrieben.

2.3 Quartär

Im oberen Hangbereich des Rochusbergs stehen pleistozäne Kiesablagerungen des Rheins und der Nahe an. Im tieferen Hangbereich findet man Löss und Lösslehm. Den Nordhang überzieht teilweise lehmiger Quarzitschutt.

2.4 Tektonik

In der Mitte des Rochusbergs verläuft im Bereich der Basaltschlote (Aufstiegsbahn!) eine NW-SE-streichende Abschiebung; die tertiären Ablagerungen der Ostscholle wurden um ca. 45 m abgeschoben. Die Störung ist – wegen des Alters der wahrscheinlich darauf aufgedrungenen Basalte – prä-untereozän angelegt und im Oligozän noch aktiv.

Am Ostende des Rochusbergs, am Kempter Eck, sinkt der Taunusquarzit an einer NW-SE streichenden Abschiebung unter das Rheinniveau. Die Störung ist auch nördlich des Rheins bei Rüdesheim erkennbar. Der Versatz beträgt ebenfalls mehrere Zehner Meter. Die Störung ist sicher prä-eozän angelegt, ersichtlich an der Auflagerung eozäner Ablagerungen auf abgesenktem Taunusquarzit; sie könnte aber ebenfalls im Oligozän aktiv gewesen sein und ist bis ins Quartär aktiv. Im Taunusquarzit des Steinbruchs 1 treten Bewegungsspuren in Form von Quarzharnischen auf. Sie zeigen auf Schichtflächen Aufschiebungen nach SE, die vermutlich mit den Bewegungen bei der Überkippung zusammen hängen. Steil SW-fallende Querklüfte mit tektonisch beanspruchten Quarzbestegen lassen keinen Bewegungssinn erkennen.

3 Untersuchungsmethodik

Die Blöcke der Goethestein-Inszenierung, neu gefundene Blöcke und anstehende Felsrippen der Brekzie (Abb. 2, Tab. 1, Anhang 1) wurden makroskopisch-lithologisch aufgenommen. Eine auffallend kavernöse Brekzie, weitere Brekzien-Lesesteine und sechs Proben des Anstehenden wurden gesägt. Zum Vergleich wurde ein verkieseltes Flusssediment aus Mandel herangezogen.

Es wurden rund 30 Schliffe angefertigt und durchlichtmikroskopisch (DL) sowie mit Kathodolumineszenz (CL) untersucht. Proben und Schliffe sind in der Landessammlung für Naturkunde RLP, Mainz, in der Sammlung des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie, Wiesbaden, und in der Sammlung Zinkernagel in Bochum hinterlegt.

3.1 Makroskopisch-lithologische Beschreibung der verkieselten Sedimente

Für die stratigrafische und petrografische Interpretation ist die Beschreibung der anstehenden Goethe-Brekzie vorrangig. Allochthone Blöcke, v. a. der Goethestein-Inszenierung, werden anschließend beschrieben und – soweit möglich – dem Anstehenden zugewiesen.

3.1.1 Steinbruch 2

WAGNER & MICHELS (1930b) beschrieben vom Eingang des alten Steinbruchs 2 (Nummerierung s. Abb. 2) eine bis 20 m mächtige verkieselte Brekzie. Sie kann heute noch an zwei Stellen beobachtet werden. An der einzig verbliebenen Stein-

bruchwand dieses größtenteils verfüllten Bruchs steht massig entwickelter Taunusquarzit an. Die oberste Kante weist direkt auf Taunusquarzit wenige Zentimeter einer verkieselten kavernösen Brekzie mit kantengerundeten Komponenten im Mittelkiesbereich auf (Abb. 3). Die Einzelgerölle liegen in einer bräunlichen Grundmasse und zeigen gelbe Ränder.

An der Hangkante zwischen Steinbruch 2 und dem Aussichtspunkt Goetheruh steht an mehreren Stellen gebankter Taunusquarzit an. Er weist auf der tektonischen Hangendseite (Überkippung) an drei Stellen eine Anlagerung einer mehr oder minder dicht verkieselten, feinscherbigen Brekzie auf. Der mittlere Aufschluss (Abb. 4) zeigt folgende Abfolge:



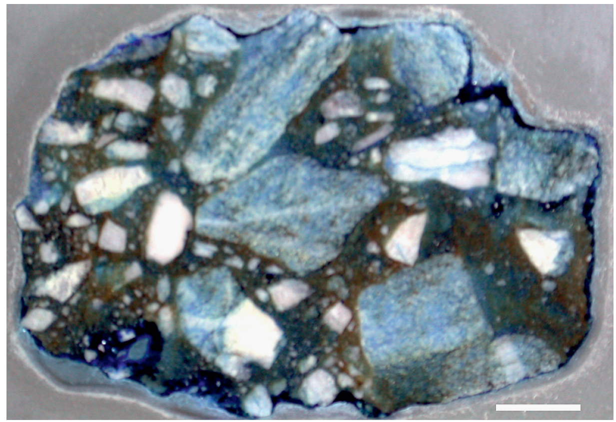


Abbildung 3: Steinbruch 2 (Taunusquarzit mit Steingang-Formation).

a) An Taunusquarzit haftende kavernöse Brekzie mit kantengerundeten Komponenten aus Quarzit und Quarz (Hammerspitze bis linke Ecke) (Foto: T. Schindler).

b) Blau imprägnierter Schliff aus diesem Material (Zinkernagel-Geolab 5,1); sowohl die mittelsandige Matrix als auch die Taunusquarzit-Komponenten sind porös, die Matrix ist nur schwach eingekieselt, dichter Milchquarz ist weiß; Maßstabsbalken 0,5 cm (Foto: U. Zinkernagel).

30 cm gebankter Taunusquarzit,
10 cm grobsandige verkieselte Lage mit schwimmenden länglichen Taunusquarzit-Klasten,
45 cm kavernös verkieselte Brekzie aus feinscherbigen Taunusquarzit-Komponenten, steil hangparallel eingeregelt, mit Falte,
10 cm dicht eingekieselte Lage aus feinscherbigen Taunusquarzit-Komponenten,
65 cm dicht eingekieselte mittelkiesige Brekzie mit ungerundeten Taunusquarzit-Komponenten (intern planar geschichtet) und Gangquarz.

Die dicht verkieselte Brekzie zeigt auf der Nordseite Windschliff (s. Kap. 7).

Am Fuß der Felsrippe wurde ein Schurf angesetzt. Er zeigt die noch 80 cm in die Tiefe reichende Brekzie. Sie ist lateral – wahrscheinlich durch Steinbrucharbeiter – entfernt worden. 2,4 m streichend von der Felsrippe entfernt ist noch ein Rest der Brekzie, auf Schichtköpfen des Taunusquarzits haftend, erhalten. Die Brekzie überlagert hier eine vorspringende Kante des Taunusquarzits. Das passt gut zum Geländebefund in diesem Bereich, der von der Oberkante von Steinbruch 2 an bis 20 m hangaufwärts, treppenartig verspringend, Taunusquarzit-Rippen mit an- und auflagernder Brekzie aufweist.

Ein orientierter Schnitt durch diese Brekzie zeigt feinscherbige Taunusquarzit-Schilben, die in Quarzsand liegen. Hohlräume sind mit frei kristallisierten Quarztapeten ausgekleidet. Die feinscherbigen Taunusquarzit-Komponenten weisen auf der Oberseite gelbe Kalotten auf. Die Komponenten sind nur mäßig fest miteinander verbunden, im Gegensatz zum massiv verkieselten Anstehenden (Abb. 4). Der Verkieselungsgrad schwankt hier lateral stark.



Abbildung 4: Anstehendes oberhalb Steinbruch 2; rechts: anstehender gebankter Taunusquarzit, Mitte: kavernöse verkieselte feinscherbige Brekzie mit Falte; links: dicht eingekieselte steinige Brekzie (Steingang-Formation) (Foto: H.-J. Anderle).

3.1.2 Anstehendes an der Hangkante des Rochusbergs westlich bis nordwestlich der Kapelle

Oberhalb von Steinbruch 4 steht an der Hangkante des Rochusbergs Taunusquarzit an, der von bis 0,5 m mächtiger teils kavernöser, verkieselter, mittelkiesiger bis steiniger Brekzie aus Taunusquarzit-Komponenten überlagert wird (Abb. 5). Die Brekzienkomponenten (Taunusquarzit und Milchquarz) weisen auf der Oberseite gelbe Kalotten auf.



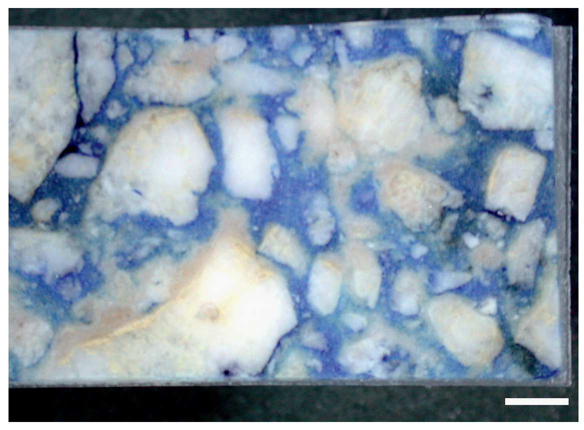


Abbildung 5: Hangkante Rochusberg westlich der Kapelle.

a) Auf Taunusquarzit-Felsrippen auflagernde graue verkieselte Brekzie, darüber hellgraues verkieseltes Konglomerat (Hammer), dazwischen Wurzelröhren (Foto: T. Schindler).

b) Probe aus dem Übergang Brekzie / Konglomerat (Zinkernagel-Geolab 6,1); blau imprägnierter Schliff einer Brekzie mit ungerundeten teilweise gelb chertisierten* Milchquarzkomponenten in poröser Grundmasse; Maßstabsbalken 0,5 cm (Foto: U. Zinkernagel).

---

* Chert, Chertisierung (auch Einkieselung) meint krypto-bis feinkristallinen Quarz, in der Matrix meist vermischt mit Feinstquarzdetritus und Detritus aus aufgelöstem Taunusquarzit. Damit sind keine genetischen Modelle, wie bei Feuerstein und Hornstein, verbunden.

Darüber folgt ein bis 1,5 m mächtiges verkieseltes Konglomerat. Komponenten sind Milchquarz und Taunusquarzit. Die Kiesel zeigen deutliche gelbe Chert-Rinden. Die Oberfläche zeigt intensiven Windschliff (s. Kap. 7). Auch der Fußweg von der Kapelle zum Kloster weist Bruchstücke dieses Konglomerats auf. Diese Stelle ist wohl von Weidenbach (1852: 2) gemeint, als er „auf dem Rochusberg Hornstein und Hornsteinkonglomerat" erwähnt.

Der Taunusquarzit des Steilhangs/Steinbruchs nordwestlich der Rochusberg-Kapelle zeigt am Topp eine dünne verkieselte Geröllauflage.

3.1.3 Anstehende Kiese der Alzey-Formation am Waldfriedhof

Gelbbraune Kiese und Sande der Alzey-Formation stehen in einer Wegböschung südlich des Waldfriedhofs an (Fundstelle 6 in Abb. 2). Die Kiese liegen auf der Brandungsplattform 2 (sensu Grimm et al. 2000). Es liegt aufgearbeiteter Taunusquarzit mit Milchquarz vor. An einer Stelle ist der Kies teilweise gelbgrau verbacken. Grobsand und gut gerundeter Grobkies sind durch einen kieseligen Zement verbunden. In der Grundmasse ist gelbgrauer Chert deutlich sichtbar. Chertisierung der Gerölle ist nur als dünne Kruste ausgebildet. Ein Geröll (Pfeil in Abb. 6) zeigt eine Chertisierungsfront.



Abbildung 6: Aufschluss am Waldfriedhof; Konglomerat (Alzey-Formation) mit gelbem kieseligem Zement; ein Geröll zeigt eine Chertisierungsfront (Pfeil) (Landessammlung für Naturkunde RLP, G2011/5018-LS); Maßstab 2 cm (Sägerauer Anschnitt unter Alkohol, Scan: T. Schindler).

3.1.4 Allochthone Blöcke auf Steinbruchhalden und im Hangschutt

Wichtige Faziesstücke konnten nur als Lesesteine geborgen werden. Sie werden im Folgenden entsprechend ihrer Fundhöhe am Nordhang des Rochusberges beschrieben.

- Halde Steinbruch Fa. Berg

Oberhalb der Gabionen, die den Fuß der Halde südöstlich des Kellereigebäudes Binderer St. Ursula stützen, liegen neun teilweise zugewachsene Brekzienblöcke mit max. Kantenlänge von 2,60 m (Nr. 1 in Abb. 2). Zwei weitere Blöcke sind zwischen die Gabionen eingelassen. Alle zeigen die Erscheinungen der übrigen hier beschriebenen Blöcke: Kantengerundete Quarzitstücke bis zur Steinfraktion mit gelblichen Kalotten, gelegentlich gut gerundete Kiesel, meist dicht verkieselt, örtlich kavernöses Gefüge, nicht selten Windschliff.

Keiner der Blöcke lässt sich direkt dem Anstehenden zuordnen.

- Steinbruch am unteren Hangweg

Der ehemalige Abbau auf Taunusquarzit (Nr. 3 in Abb. 2) ist weitgehend verrutscht. An der oberen Kante stehen unverfestigte gelbbraune mittelsandige Grobkiese an, mit Geröllen aus gut gerundetem bis kantigem Taunusquarzit. Es sind keine verrundeten Brekzien als Komponenten enthalten. Lithostratigrafisch handelt es sich um Sedimente der Alzey-Formation. Die Halde zeigt teils gelben, teils grauen scherbigen Taunusquarzit. Daneben treten Blöcke aus sandigem Konglomerat mit Steinen auf, die kieselig gebunden sind (Abb. 7). Probe 3-1 zeigt im Schliff eine braune sandige Grundmasse, die keine Reaktion mit 25 %iger Salzsäure zeigt. Gerölle aus Taunusquarzit und Milchquarz besitzen weißgraue und gelbe Ränder; auch Klüfte sind gelb gefärbt (Abb. 7b).

Auffallend an einem anderen Stück sind die braune sandige Matrix sowie die nur kantengerundeten Komponenten. Es handelt sich um schwach verkieselte Alzey-Formation. Das bedeutet, dass im Bereich von Steinbruch 3 nur örtlich eine Einkieselung der Alzey-Formation stattfand.

- Steinbruch in Hangmitte

In diesem Steinbruch (Nr. 4 in Abb. 2) steht Taunusquarzit an, der senkrecht einfällt und gebankt ist. In der Wegböschung am NW-Rand des Bruchs tritt ein verkieseltes Konglomerat aus Milchquarz-Komponenten auf.

Westlich des Bruchs liegt ein Großblock einer verkieselten Brekzie. Er enthält eine Steinfraktion aus Taunusquarzit bis 20 cm Ø, dazwischen kantengerundete Mittelkiesfraktion. Ein weiterer Block am SW-Rand des Bruchs weist eine Abfolge aus verkieselter Brekzie und verkieseltem Konglomerat auf; dazwischen liegen Röhren bis 10 cm Ø, die wir als Wurzelröhren deuten (s. Abschn. 3.2 und Abb. 14).

Alle Funde vom Steinbruch 4 können der Fazies der Hangkante zugeordnet werden.

- Lesesteinfunde nördlich des Aussichtspunkts Goetheruh

Am Aussichtstempel steht in 190 m ü. NN Taunusquarzit an, der plattig ausgebildet ist und senkrecht einfällt. Der Hang nördlich darunter weist mehrere große verkieselte Brekzien-Blöcke auf. Sie bestehen aus eingeregeltem scherbigem Taunusquarzit, dazu kommen kavernöse Steinfraktions-Bereiche. Weiter in Richtung der Kante des Steinbruchs 2 liegt ein Block eines verkieselten Fein- bis Mittelkies-Konglomerats mit gut gerundeten Milchquarzen und gerundeten Taunusquarzit-Stücken.



Abbildung 7: Steinbruch 3, Lesestein aus verkieseltem Konglomerat bis Brekzie (Alzey-Formation) (Landessammlung f. Naturkunde RLP, G2011/5015-LS).

a) Geländesituation (Foto: T. Schindler).
b) Schnitt durch den konglomeratischen Teil von a): Taunusquarzit- und Milchquarz-Kiesel mit dünnen grauen und gelben Rändern und gelben Klüften in einer hochporösen sandigen, schwach verkieselten Matrix; Maßstab 2 cm (Scan: T. Schindler).

Die Brekzienblöcke vermitteln zwischen dem Anstehenden oberhalb von Steinbruch 2 und demjenigen der Hangkante. Der konglomeratische Block ist vergleichbar mit den Proben von Steinbruch 3.

3.1.5 Blöcke der Goethestein-Inszenierung

Der vorgefundene Formenschatz (s. Beschreibung der Blöcke in Anhang 1) in den großen Blöcken führt rasch zur Unsicherheit, die Gesteine als Brekzie oder Konglomerat anzusprechen. Beide Merkmale, z. B. eckige Klasten und gerundete Gerölle, sind in allen Exponaten zu beobachten. Gemeinsam ist diesen auch die eintönige (monomikte) Zusammensetzung aus unterdevonischem Taunusquarzit, der auf nicht verwitterter Oberfläche oder auf frischer Bruchfläche von hellgrauer Farbe ist (Stufe 3/4 Kodak-Graukeil). Auf angewitterter Oberfläche erscheinen die Gesteine als grau-beige. Die Gerölle und Klasten sind intensiv durch einen Chert von unterschiedlicher Tracht eingekieselt und verleihen dem Gestein eine hohe Härte und Festigkeit, selbst wenn der intergranulare Porenraum nicht vollständig geschlossen ist. Ein häufiges Merkmal, das bevorzugt an Geröllen zu beobachten ist, sind helle graugelbe, kalottenartige Ränder, die aber nicht aufgewachsen, sondern Teil der transportgerundeten Form sind (Abb. 8).

Gut gerundete Gerölle gehören – verglichen mit dem Größenspektrum der Klasten – den feineren Partikelgrößen an und sind in ihrem Volumenanteil den Klasten deutlich unterlegen.

Teilweise sind in situ zerbrochene Klasten der Steinfraktion zu erkennen; RICHTER & FÜCHTBAUER (1981) sowie FÜCHTBAUER (1988) haben dies als Fitting bezeichnet. In den Blöcken der Goethestein-Inszenierung ist in Block 3, Block 4, Block 8 und Block 10 Fitting von Klasten zu erkennen (Abb. 9).

Ein Lesefund beim Räumen des Platzes der Goethestein-Inszenierung zeigt eine Brekzie aus Taunusquarzit-Klasten und wenigen Milchquarz-Kieseln (Abb. 10). Sie enthält größere Hohlräume. Die Komponenten zeigen eine einseitige gelbe Kruste, die an manche geopetalen Zemente von Karbonaten erinnert. Das ist auch bei anderen Blöcken beobachtbar, hält aber nur in kleinen Bereichen durch.

Zwei Blöcke fallen besonders auf und können ohne weiteres direkt dem Anstehenden zugeordnet werden. Sie werden im Folgenden detailliert beschrieben.

- Block 5

Der Block zeigt auf einer Seite kavernös-brekziösen Aufbau, auf der anderen Seite ein gut gerundetes dicht verkieseltes Konglomerat mit Komponenten aus Taunusquarzit, Milchquarz und Konglomerat (s. u.). Hierin sind auch teilweise braun ausgekleidete Wurzelröhren vorhanden (s. Abschn. 3.2). Die Taunusquarzit-Komponenten haben einen deutlichen gelben Rand (Abb. 8, 11). Eine Seite weist Windschliff auf (s. Kap. 7). Ein Geröll besteht aus einem gelbrandigen Konglomerat, das wiederum aus gelbrandigen Kieseln aufgebaut ist (Abb. 11).

Block 5 entspricht der Fazies des Anstehenden an der Hangkante und gehört in den Grenzbereich Steingang- / Budenheim-Formation.



Abbildung 8: Block 5 der Goethestein-Inszenierung (Budenheim-Formation) mit gelben kalottenartigen Rändern an Klasten (Foto: U. Zinkernagel).



Abbildung 9: Block 3 der Goethestein-Inszenierung (Steingang-Formation); der Taunusquarzit-Klast zeigt Fitting und feinkörnige Matrix (Foto: U. Zinkernagel).



Abbildung 10: Allochthone Probe aus dem Untergrund der Goethestein-Inszenierung (Steingang-Formation); Anschliff, teilweise kavernöse Brekzie mit geopetal orientierten gelben kalottenartigen Rändern an Taunusquarzit-Komponenten in beige-gelber kieseliger Grundmasse; Maßstab 2 cm (Landessammlung f. Naturkunde RLP, G2011/5016-LS; Scan: T. Bizer).



Abbildung 11: Goethestein-Inszenierung, Block 5 (Budenheim-Formation); gelbrandiges Geröll aus Konglomerat mit gelbrandigen Taunusquarzit-Geröllen als interne Komponenten (Foto: T. Schindler).

- Block 10

Es handelt sich um eine kavernöse, teilweise dichte Brekzie mit bereichsweise mittel- bis grobsandig verfüllten Hohlräumen. Die sandigen Partien sind durch Eisenoxid teilweise gelbbraun gefärbt. Ein Taunusquarzit-Stein am „Topp“ erreicht eine Größe von 80 cm. Er wird lateral und „oberhalb“ von scherbiger Brekzie umflossen, gehört also trotz seiner Größe in die Brekzie hinein und ist kein Teil des anstehenden Taunusquarzits. Milchquarzgerölle der Brekzie weisen Durchmesser bis 7 cm auf. Ungerundete Taunusquarzit-Komponenten schwimmen in feinscherbigem Taunusquarzit (Abb. 12). Teilweise liegt Fließgefüge vor, das an Bodenfließen erinnert (Abb. 13). Partien unterhalb des großen Taunusquarzits am „Topp“ zeigen Fitting der Bruchstücke (im Sinne von Richter & Füchtbauer 1981). Die Komponenten besitzen eine teilweise einseitig orientierte gelbe Rinde, besonders in Bereichen mit dichterer Einkieselung. Eine Außenseite des Blocks weist streifig-korrasiven Windschliff auf (s. Kap. 7).

In situ zerbrochene Steine mit Fitting sowie der große schwimmende Taunusquarzit-Stein am „Topp“ deuten auf parautochthone Komponenten bis Anstehendes hin.

Der Block lässt sich sehr gut der Fazies dicht oberhalb von Steinbruch 2 zuordnen (vgl. Abb. 4). Er gehört zur Steingang-Formation.



Abbildung 12: Goethestein-Inszenierung, Block 10 (Steingang-Formation); Brekzie aus scherbigem Taunusquarzit mit schwimmenden größeren Klasten; Höhe 90 cm (Foto: U. Zinkernagel).



Abbildung 13: Goethestein-Inszenierung, Block 10 (Steingang-Formation); Brekzie aus scherbigem Taunusquarzit mit Falte (Foto: T. Schindler).

3.2 Wurzelröhren

Die Konglomerate am Topp des Rochusbergs (Felsrippen westlich der Rochus-Kapelle) zeigen limonitisierte Wurzeln von 0,1 bis 10 cm Durchmesser (Abb. 14). Der größte Durchmesser wird an der Grenze Konglomerat / Brekzie erreicht.

Block 5 der Goethestein-Inszenierung kann diesem Faziesbereich zugeordnet werden. Er weist eisenimprägnierte Wurzeln auf, die Abdrücke der Rinde in der gelben Kiesel-Grundmasse erkennen lassen (Abb. 15). Feine Wurzelgeflechte greifen die gelben Ränder der Gerölle an (Abb. 16).



Abbildung 14: Allochthoner Block südwestlich des Steinbruchs 4, dicht unter der Hangkante des Rochusbergs (Übergang Steingang- zu Budenheim-Formation); er liegt im Vergleich mit dem Anstehenden auf dem Kopf; zwischen dicht verkieseltem Konglomerat (im Bild unten) und verkieselter Brekzie (oben) sind Wurzelröhren bis 10 cm Ø sichtbar (Foto: T. Schindler).



Abbildung 15: Block 5 der Goethestein-Inszenierung (Budenheim-Formation); Wurzel mit Abdruck der Rinde in der gelben Matrix (Foto: T. Schindler).

Abbildung 16: Block 5 der Goethestein-Inszenierung (Budenheim-Formation); oben links Übersicht mit braun gefärbtem Geröll und Wurzelröhren; feine Wurzelgeflechte greifen in die gelbe Oberfläche eines Gerölls ein (Detailfoto unten); das Detailfoto oben rechts zeigt einen braunen Wurzelabdruck mit Rindenstruktur; Maßstab 2 cm (Fotos: T. Schindler).

3.3 Mikroskopisch-petrographische Probenbeschreibung

Mit der mikroskopischen Untersuchung verband sich die Hoffnung, gezieltere Aussagen zur Einkieselung der Gefüge und zur zeitlichen Abfolge unterscheidbarer Mineralisationsphasen machen zu können. Das verwendete Polarisationsmikroskop erlaubt, die Dünnschliffe auch im Kathodolumineszenz-Modus zu untersuchen (ZINKERNAGEL 1978). Das Mineral Quarz emittiert während des Beschusses mit schnellen Elektronen (5–10 kV) Licht im sichtbaren Spektralbereich. Entsprechend den Kristallisationsbedingungen für Quarz (u. a.: Druck und Temperatur), die in einem mehrphasigen Prozess selten identisch sind, weicht die Lumineszenz der einzelnen Quarzphasen voneinander ab und kann so der Interpretation der Gefüge dienen.

3.3.1 Gelbe Ränder der Komponenten

Die bei der makroskopischen Gesteinsansprache bereits erwähnten gelblichen Krusten, die ja Teil des detritischen Partikels sind, sind auch im mikroskopischen Bereich zu beobachten und bestehen aus Chert und viel opakem Material unbekannter Zusammensetzung. Die meist abweichende Kristallitgröße von derjenigen der intergranularen Chert-Matrix ist deutlich. Ein meist unscharfer äußerer Saum, reich an opakem Feinmaterial, umschreibt die detritische Kornform des Quarzitgerölls (Abb. 17).

Die Säume können auch einen lagigen Aufbau besitzen, was sich in wiederholten Sequenzen mit zunehmendem Anteil an opakem Material ausdrückt. Der interne Kontakt zwischen Chert und Quarzit im Gesteinsfragment ist meist korrosiv (stylolithisch) (Abb. 18).

Der Chert, der als verdrängender Saum allochthone Gerölle und Gesteinsfragmente umgibt, unterscheidet sich signifikant in Lumineszenz, Kristallinität und Gehalt an opakem Material von demjenigen, der sowohl die autochthonen Klasten der lokalen Internbrekzien als auch den Detritus der sandigen Matrix zwischen den Geröllen einbettet und zementiert (s. Abb. 17).

Der Chert in Verbindung mit opakem Material verdrängt sowohl Quarz in Fragmenten aus Taunusquarzit als auch Kluftquarz. Die Verdrängung ist im Bereich der gelben Säume eklatant und ein bestimmendes Merkmal für das Gesteinsgefüge. Chert dringt entlang der Korngrenzen weit in die kompakten Gerölle und Klasten aus Taunusquarzit ein und kann deren Gefüge vollständig imprägnieren und im fortgeschrittenen Stadium gänzlich auflösen. Es entsteht ein Gefügebild von isolierten, schwimmenden Quarzkörnern in der umgebenden Matrix aus Chert. Abbildung 19 zeigt die Barriere einer jüngeren Quarzkluft, die als Schutz für die rechte Flanke eines Fragments aus tektonisiertem Quarzit wirkt und dessen Verdrängung durch Chert bzw. opakes Material von dieser Seite behindert. Allerdings ist auch dieser Kluftquarz bereits teilweise von Chert eingenommen.

Die intergranulare, sandige Matrix aus Chert, welche die Brekzie zementiert, kann auch verdrängend auf den ererbten einschlussreichen Chert der gelben Säume und Krusten wirken bzw. diesen ganz oder teilweise ersetzen. In solchen Fällen werden die Umrisse der detritischen Kornformen der Gerölle und Gesteinsfragmente unkenntlich. Der Prozess der Verdrängung bzw. der Auflösung quarzitischer Gefüge s.l. in den hier betrachteten Gesteinen im Zusammenhang mit opa-

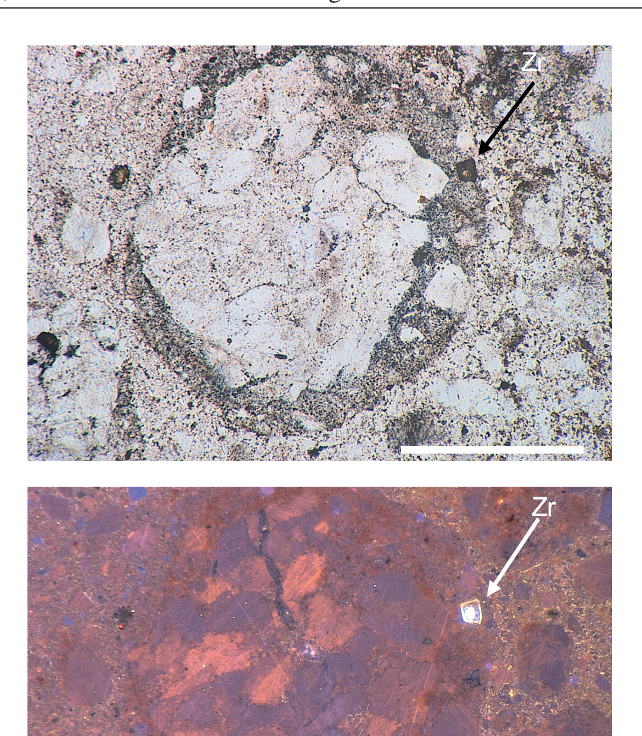


Abbildung 17: Dünnschliff aus Block 5 der Goethestein-Inszenierung (entspricht der konglomeratischen Budenheim-Formation am Topp des Rochusbergs); Maßstäbe 0,5 mm (Probe Zinkernagel-Geolab 10,4; Fotos: U. Zinkernagel).

a) DL-Modus: Gut gerundetes Geröll von Taunusquarzit schwimmt in einer Matrix aus isolierten Körnern des Taunusquarzits und sie zementierendem, derberem Chert. Das zentrale Geröll besitzt einen Saum von feinkristallinem Chert und opakem Material. Der Kontakt zwischen äußerem Saum und dem Quarzit des Gerölls ist unregelmäßig korrosiv. Im Bereich des Saums schwimmen isolierte, nicht verdrängte helle Quarzindividuen. Entsprechendes gilt für Zirkon (Zr) im Saum des Gerölls, der aus dem quarzitischen Gefüge des Gerölls freigesetzt ist.
b) Im CL-Modus werden die detritischen Körner in der Matrix, die sich vom Taunusquarzit herleiten, unterscheidbar von dem zementierenden, bräunlich lumineszierenden Chert. Der Quarzdetritus führt dünne, gelb lumineszierende Säume von homoaxialem sekundärem Quarz.

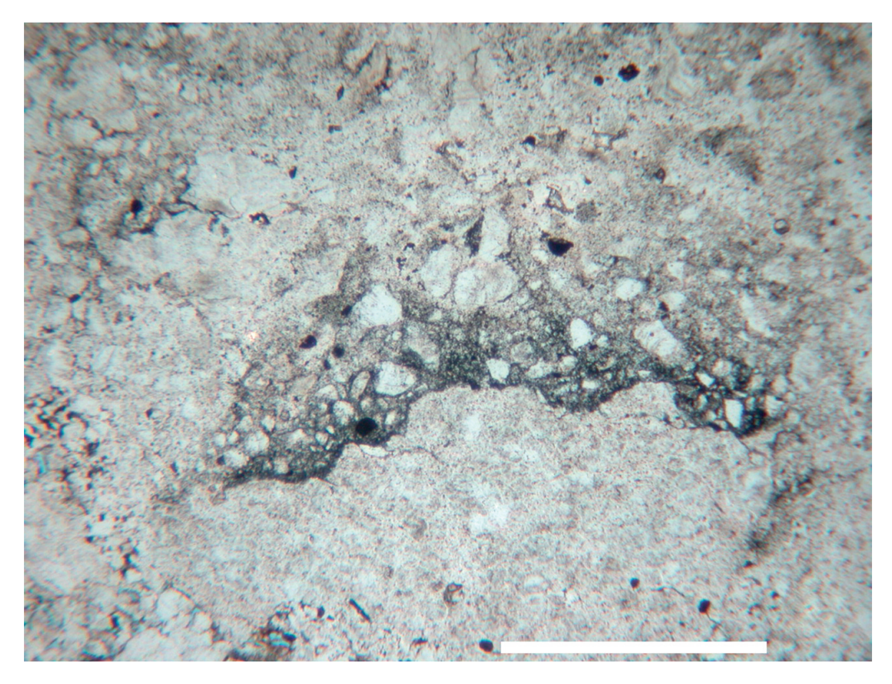


Abbildung 18: Dünnschliff (DL-Modus) eines Lesesteins aus der Halde von Steinbruch 1 bzw. dem Untergrund der Goethestein-Inszenierung; Maßstab 0,5 mm (Zinkernagel-Geolab 1-4,40; Foto: U. Zinkernagel).
Einseitiger, korrosiver Kontakt zwischen verdrängendem Chert bzw. opakem Material im Randbereich eines Quarzitgerölls. Die Konzentration von opakem Material ist am Kontakt am höchsten. Vereinzelte, aus dem quarzitischen Gefüge des Gerölls isolierte Quarzkörner schwimmen in dieser Melange aus feinkristallinem Chert und opakem Material.

kem Material und der Ausfällung von Chert bleibt unklar. Er scheint aber mehrphasig zu sein, wie sich an konzentrischen Anreicherungen von opakem Material in den gelben Säumen u.d.M. ablesen lässt.

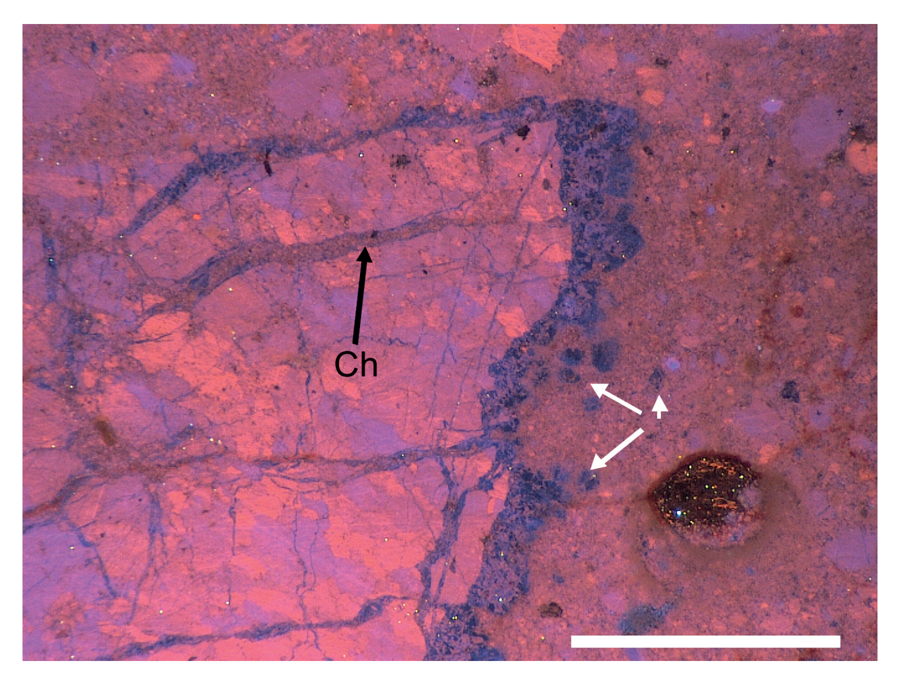
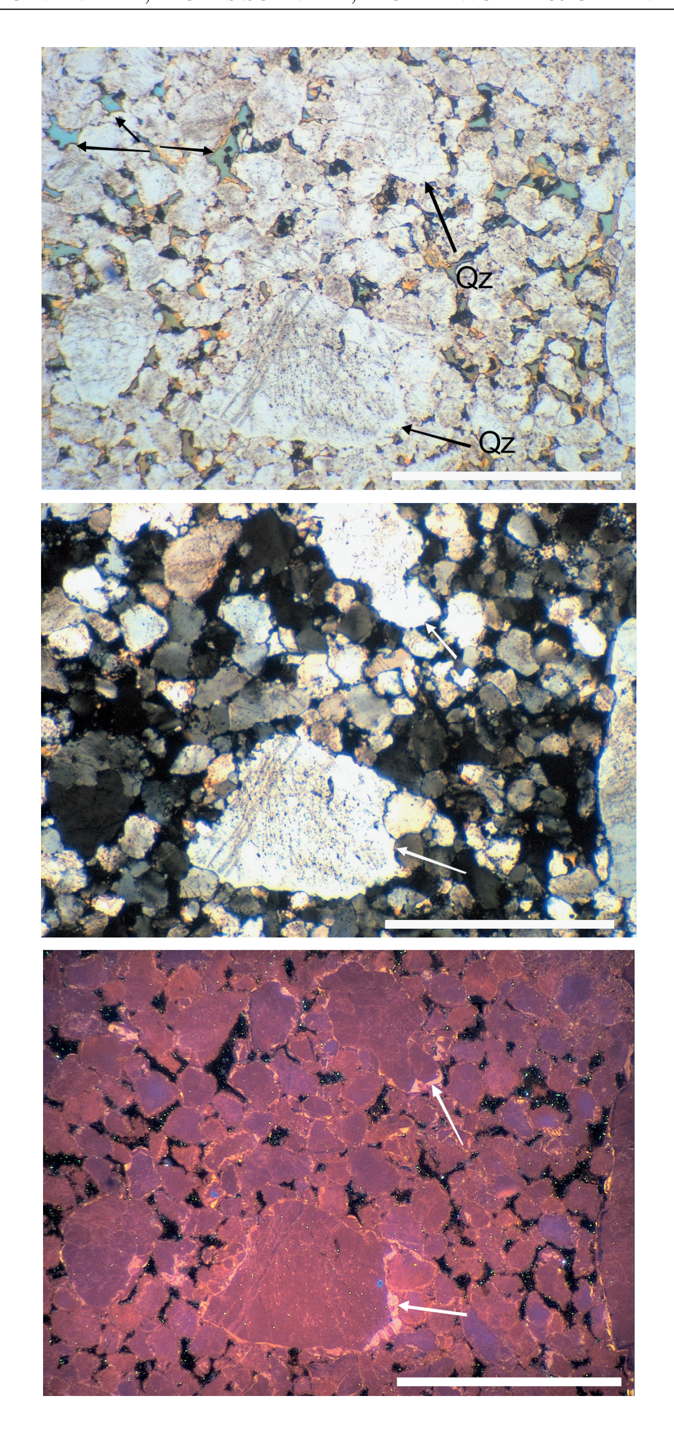


Abbildung 19: Dünnschliff (CL-Modus) aus Block 5 der Goethestein-Inszenierung (Budenheim-Formation); Maßstab 0,5 mm (Probe Zinkernagel-Geolab 10,2; Foto: U. Zinkernagel). Ein Geröll von einem tektonisierten zerklüfteten Taunusquarzit wird von jüngeren, engen Klüften durchzogen, die von dunkelblau lumineszierendem Quarz eingenommen werden. Die rechte Flanke des Gerölls bildet eine stärkere Kluftfüllung der gleichen Generation mit gleichen Lumineszenzeigenschaften. Feinkristalliner Chert im Verbund mit opakem Material ersetzt weitgehend eine Kluftfüllung (Pfeil: Ch). Der Kluftquarz an der rechten Flanke des Gerölls ist teilweise durch bräunlich lumineszierenden Chert ersetzt. Einzelkristalle des teilweise aufgelösten quarzitischen Gefüges der Kluftfüllung schwimmen im „verdrängenden” Chert (weiße Pfeile).

3.3.2 Matrix, Porenraum, Zemente

Die Einkieselung der Gefüge in den Konglomeraten und Brekzien kann sehr unterschiedliche Formen annehmen, wobei es allerdings bislang schwer fällt, eine zeitliche Abfolge der Vorgänge zu bestimmen.

Chert ist die dominante SiO_2-Variante, die den intergranularen Porenraum zwischen den Klasten der Brekzie und den Geröllen der Konglomerate einnimmt. Der mikroskopische Befund im CL-Modus belegt allerdings, dass die Matrix zwischen den Geröllen und Klasten neben Chert auch aus sandigem Detritus besteht, der sich von zerlegtem Taunusquarzit herleitet. Eingeschwemmtes Feinsediment in groben Ablagerungen könnte auch für die Brekzien und Konglomerate am Rochusberg angenommen werden. Es ist aber eine häufig gemachte Beobachtung in den untersuchten Proben – allerdings im Mikrobereich –, dass quarzitische Gefüge von Geröllen und Klasten sich in Auflösung befinden. Die Gerölle aus Taunusquarzit „sanden ab”. Derartige Vorgänge werden fast immer in Gegenwart von opakem Material und feinstkörnigem Chert beobachtet. In Proben mit intensiver


Qz
Qz

Auflösung der Quarzitgefüge dominieren Gerölle aus Kluftquarz (s. Abb. 5b) deren gröberkristallines Gefüge offensichtlich weniger Angriffsflächen bietet (Abb. 20).

Die Einkieselung der Konglomerate und Brekzien ist weder uniform noch schließt sie den offenen Raum zwischen den Geröllen und Klasten einheitlich und vollständig. Ungeachtet der teilweise hohen Festigkeit der Brekzien und Konglomerate kann die erhaltene Porosität beträchtlich und auch kavernös sein. Für die Probe Zinkernagel-Geolab 6,1 wird im Dünnschliff erkennbar, dass der intergranulare Porenraum nicht vollständig geschlossen wurde (blau eingefärbter Porenraum in Abb. 5b). Die unvollständige Einkieselung erfolgte in vier Varietäten:

- Chert, meist von uneinheitlicher Kristallitgröße – oft in Verbindung mit opakem Material und sandigem Detritus aus Taunusquarzit – bildet längliche Schlieren im Gefüge, die auch vereinzelt Zirkone führen. Abbildung 21 zeigt den wahrscheinlich geopetal angelegten Aufbau der Matrix zwischen zwei Klasten. Chert bekleidet inniglich die Oberfläche des rechten Klasten. Der gegenüberliegende Klast grenzt an eine poröse sandige Matrix aus Detritus des Taunusquarzits. Der Wechsel zwischen poröser sandiger Matrix und solcher, in der der Porenraum weitgehend durch Chert verschlossen wurde, ist eine wiederkehrende Beobachtung in fast allen untersuchten Proben. Allerdings ist eine geopetale Ausrichtung in den Gefügen nicht immer deutlich verfolgbar.
- Homoaxialer Quarzzement ist als dünner Saum sowohl den Sandkörnern der porösen Matrix als auch den Geröllen aus Kluftquarz aufgewachsen. Im CL-Modus (Abb. 20c) erscheinen die Zementsäume gelb leuchtend. Im Durchlicht (Abb. 20a) zeichnen sich die Zementsäume durch Armut an Einschlüssen aus.
- Derbe, euhedrale Quarzkristalle – aufgewachsen auf Geröllen aus Kluftquarz – wachsen in einen kavernösen Porenraum (Abb. 22). In offenen Klufträumen kann Quarz als Kristallrasen ausgefällt werden. Bereits vorhandenes Füllmaterial dient teilweise als Kristallisationskeim (Abb. 23).
- Chert von meist einheitlicher Kristallitgröße zementiert eine Matrix aus „abgesandetem” und/oder eingeschwemmtem Taunusquarzit. Neugeschaffene Wegsamkeit infolge tektonischer Beanspruchung der Gefüge wird von dieser Chertgeneration als Kluftfüllung genutzt. Interkristallinporen von derben, euhedralen Quarzkristallen können von Chert als jüngerer Bildung eingenommen werden (Ch in Abb. 23) Im CL-Modus ist eine Unterscheidung der beiden einkieselnden Chertsorten nicht möglich.

Unter welchen Bedingungen das Wachstum einer der Quarz-Varietäten bevorzugt gefördert wurde, bleibt zum jetzigen Stand der Untersuchungen noch unbestimmt.

←

Abbildung 20: Dünnschliff von der Felsklippe wenige Meter unterhalb der Rochusberg-Hangkante nahe der Kapelle (Übergang Steingang- zu Budenheim Formation); Maßstäbe 1 mm; a) DL-Modus, b) gekreuzte Nicols, c) Cl-Modus (Zinkernagel-Geolab 6-1,1; Foto: U. Zinkernagel).

Poröser, geröllführender Feinsandstein. Der sandige Detritus besteht ausschließlich aus aufgearbeitetem Taunusquarzit. Die Gerölle bestehen ganz überwiegend aus grobkristallinem Kluftquarz (Abb. 20b). Der Porenraum wird von blau eingefärbtem Epoxid-Harz eingenommen (schwarze Pfeile in Abb. 20a). Chert ist in den porösen Bereichen des Gefüges seltener. Säume von homoaxialem Quarzzement umgeben viele der Sandkörner und der Gerölle. Sie sind im Durchlicht an hellen, einschlussarmen Säumen zu erkennen (schwarze Pfeile Qz, Abb. 20a; weiße Pfeile in Abb. 20b und Abb. 20c). Im Cl-Modus leuchten die Säume gelblich. Die Porenräume sind schwarz.

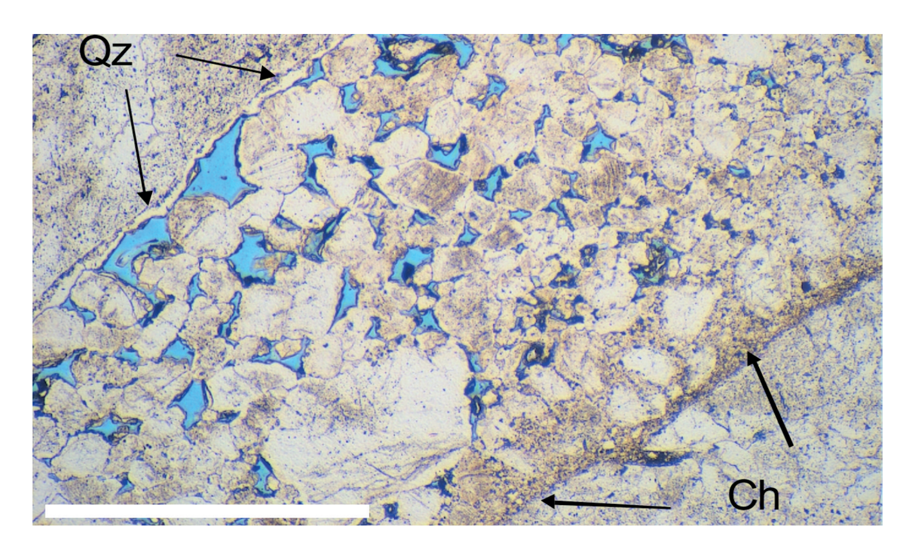


Abbildung 21: Dünnschliff (DL-Modus) von der Felsklippe wenige Meter unterhalb der Hangkante des Rochusbergs nahe der Kapelle (Übergang Steingang- zu Budenheim-Formation); Maßstab 1 mm (Zinkernagel-Geolab 6-2,1; Foto: U. Zinkernagel).

Matrixfüllung zwischen zwei Geröllen. Diese räumliche Verteilung von Chert (Ch) am Geröll unten rechts und einem porösem Gefüge mit dünnen, klaren, homoaxialen Quarzsäumen (Qz) am gegenüber liegenden Geröll lässt sich im gesamten Dünnschliff verfolgen und macht eine geopetal bedingte Ursache wahrscheinlich.

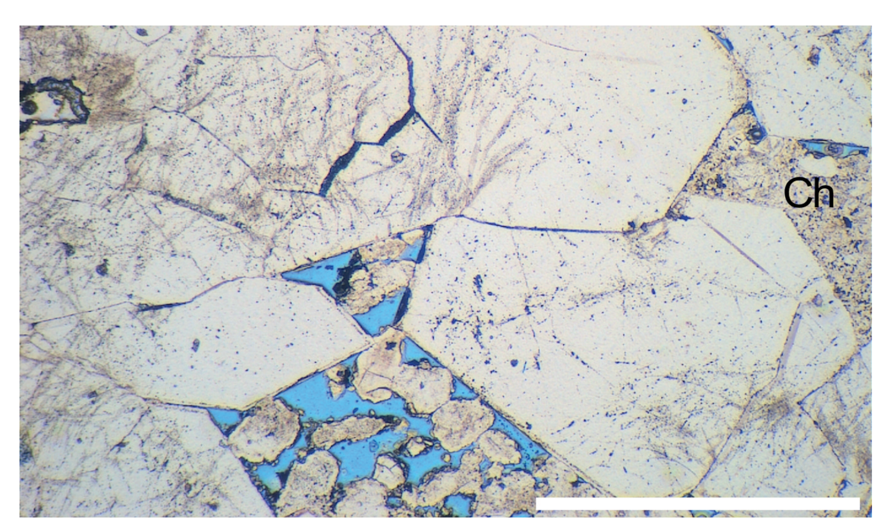
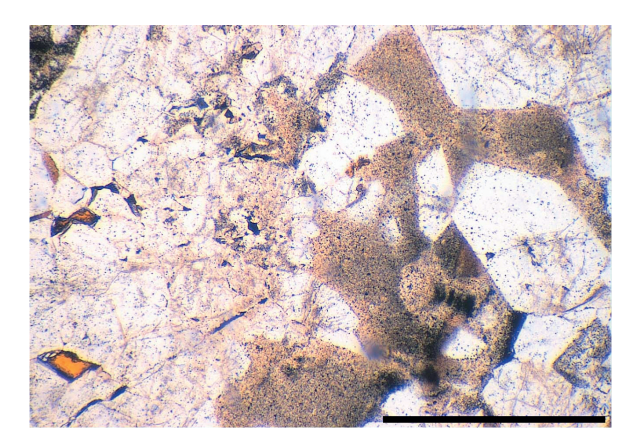


Abbildung 22: Dünnschliff (DL-Modus) von der Felsklippe wenige Meter unterhalb der Hangkante des Rochusbergs nahe der Kapelle (Übergang Steingang- zu Budenheim-Formation); Maßstab 1 mm (Zinkernagel-Geolab 6-2,2; Foto: U. Zinkernagel).

Euhedrale Quarzzementkristalle, die homoaxial dem links ins Bild hineinragenden Gangquarzgeröll aufgewachsen sind. Derartige Bildungen setzen große, kavernöse Poren voraus. Der Chert (Ch) ist eine jüngere Porenfüllung.



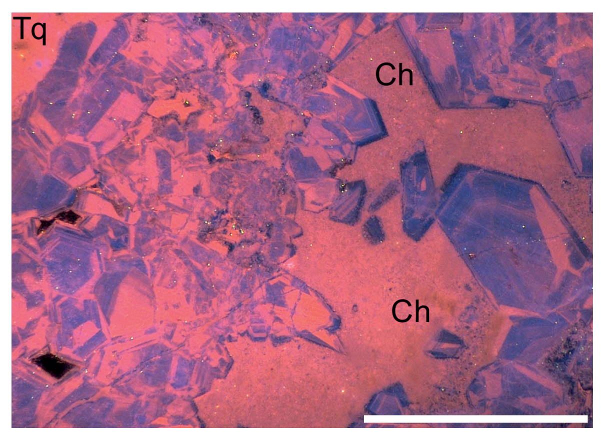
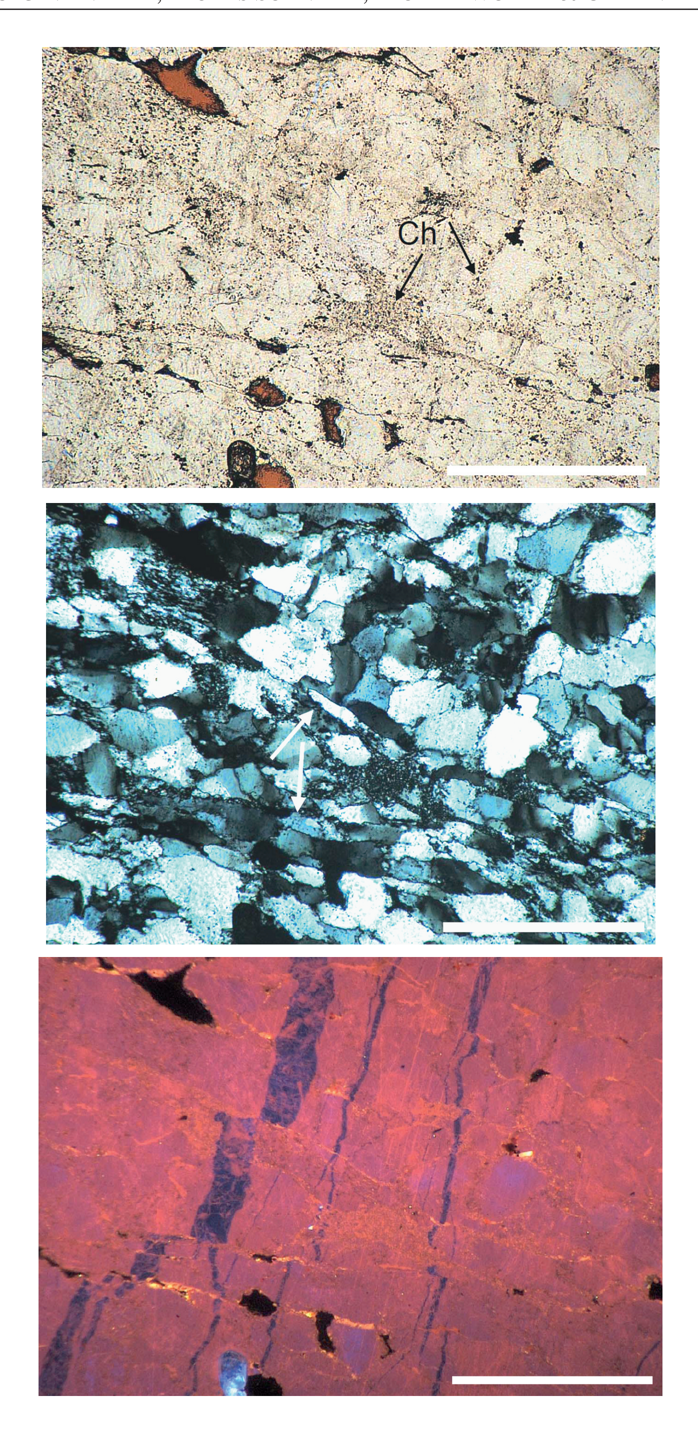


Abbildung 23: Dünnschliff eines Lesesteins aus der Halde von Steinbruch 1 bzw. dem Untergrund der Goethestein-Inszenierung; Maßstab 1 mm; a) DL-Modus; b) CL-Modus (Zinkernagel-Geolab 1-4,11; Fotos: U. Zinkernagel).
Quarzrasen in einer Kluft. Im Zentrum ist „Altquarz” in den Kristallrasen miteinbezogen worden. Die Kristalle zeigen im CL-Modus intensiven Zonarbau, der auf rasch wechselnde Kristallisationsbedingungen hinweist. Links oben: Salband der Kluft aus Taunusquarzit (Tq). Verbleibende interkristalline Porosität ist durch jüngeren Chert (Ch) geschlossen.

3.3.3 Tektonisierung der Mikrogefüge

In Block 10 (Abb. 12, 13) erscheint die strikt monomikte Brekzie aus Taunusquarzit als Internbrekzie in ihrem oberen Teil und als Scherungsbrekzie in ihrem unteren Teil. Das scheinbar kompakte Gefüge von schichtigem Taunusquarzit endet am nördlichen Rand in einem kleinwürfeligen Bruchwerk einer Internbrekzie mit 100 %igem Fitting. Der weitaus mächtigere, untere Anteil des Blockes bildet eine monomikte Scherungsbrekzie. Das ehemalige, möglicherweise schichtige Quarzitgefüge ist in ein lagiges Gefüge aus ca. 10 mm dünnen Quarzitlamellen, die bis zu 70 mm lang sein können, umgeformt. In einigen Bereichen dieser Scherbrek-


Ch

zie ist das Fitting der Lamellen untereinander hoch und lässt den früheren Verband erkennen. Die Trennfugen zwischen den parallelen Quarzitlamellen werden von Chert eingenommen, der aber auch mit etwas opakem Material gemeinsam auftritt und – wenngleich wenig intensiv – die Lamellen korrodiert. Die tektonische Beanspruchung des Gefüges scheint wiederholt erfolgt zu sein, denn auch Chert kann gestresst sein und zeigt eine Einregelung parallel zur Lamellenebene von größeren gelängten Quarzkristallen.

Die mikroskopische Beobachtung des Gefüges einer Quarzitlamelle aus der Scherbrekzie zeigt einen kongruenten Beanspruchungsplan (Abb. 24). Entlang interner Scherflächen sind einzelne Gefügebereiche gegeneinander bewegt. Auf den Scherbahnen wuchs gelängter Quarz. Fein verteilt im gesamten Gefüge ist Chert, der in Zeiten tektonischer Beanspruchung aus Lösungen ausgeschieden werden konnte. Andere Gefügebereiche zeigen noch weit intensivere Beanspruchung des Gefüges mit beginnender Rekristallisation und Kataklase. Quarzkristalle haben Bärte und nicht mehr zu erkennende Quarzaggregate sind in dünne Blätter zerlegt, die gegeneinander zerschert und bewegt wurden.

Tektonisch entstanden sind auch Risse und verheilte Risse mit Fluideinschlüssen, die quer durch Matrix, Gerölle und gelegentlich auch durch Quarzzemente ziehen.

Die tektonische Beanspruchung der Gesteine, wie sie sich im Mikrogefüge der Scherbrekzie in Block 10 der Inszenierung darstellt, schließt eine oberflächennahe Deformation aus.

Abbildung 24: Block 10 der Goethestein-Inszenierung (entspricht Aufschluss oberhalb von Steinbruch 4, Steingang-Formation); Maßstäbe 0,5 mm; a) DL-Modus, b) gekreuzte Nicols, c) CL-Modus (Probe Zinkernagel-Geolab 11-3; Fotos: U. Zinkernagel.

Gefüge in einer Lamelle einer Scherbrekzie. Die lange Bildkante entspricht der Längsachse der Lamelle. Auf internen Scherflächen ist gelängter Quarz gewachsen oder umkristallisiert (weiße Pfeile in Abb. 24b). Während und nach der Tektonisierung wurde das Gefüge von chertbringenden Lösungen infiltriert (Ch und schwarze Pfeile in Abb. 24a). Entlang der Kristallitgrenzen ist feinverteilt Chert gewachsen. Im CL-Modus werden die relativen Translationswege am Versatz älterer, dunkelblau lumineszierender, postvariscischer Klüfte deutlich.

4 Genese der Goethe-Brekzie

Nachfolgend wird versucht, die makroskopischen und die mikroskopisch-petrografischen Befunde in eine Deutung der Goethe-Brekzie zu überführen.

4.1 Bisherige Deutungen

Lossen (1867) erwähnt die Brekzie, enthält sich aber einer Deutung. Als erster hat sich Gymnasiallehrer Gottfried Erckmann aus Bingen 1896 zur Entstehung der „Urbreccie" geäußert, bevor sich der Geologe Wilhelm Wagner von der Hessischen Geologischen Landesanstalt in Darmstadt 1926 anlässlich der geologischen Kartierung des Blattes Bingen-Rüdesheim näher mit dem Gestein befasste. Nach Erckmann (1896: 20) war seinerzeit der „große Steinbruch am Kempter Eck ... seit mehreren Dezennien außer Betrieb". Er schreibt zu der Brekzie: „Der Tertiärformation, und zwar dem Oberpliozän, gehören aber auch die Konglomerate an, die ... in der Hauptsache aus Quarzitstücken bestehen, die durch ein kieseliges (aus heißen kieselsäurehaltigen Quellen abgeschiedenes) Bindemittel verkittet sind".

Etwas anders lautet die Deutung von Wagner (1926a: 226). Nach ihm gehört die Brekzie zu einer Verwerfung, die Bunte Schiefer und Taunusquarzit (unter Ausfall der Hermeskeil-Schichten) trennt. Es handelt sich nach ihm möglicherweise um eine vortertiäre Störung, die im Tertiär wieder aufriss. Das bei der Bewegung an der Verwerfung zerbrochene Gestein soll später durch Ausscheidung von Kieselsäure aus Mineralwässern, die auf der Verwerfung aufdrangen, zu einer festen Brekzie verkittet worden sein. Wagner stellte die Brekzie in seiner Kartenskizze am Ohlig-Berg hinter der Villa Sachsen beginnend bis zur Mainzer Straße dar. Da sie fester als die umgebenden Gesteine ist, wurde sie ihm zufolge im Laufe der Zeit bei der Abtragung zu markanten Felsrippen herauspräpariert.

Michels (in Wagner & Michels 1930b: 39) führt die Kieselsäure auf Tertiärverwitterung zurück: „Die Verkieselung zeigt besonders durch die Anwesenheit der typischen ockergelben Schnüre, die hier merkwürdigerweise immer nur auf der Nordseite der verkieselten Brocken zu beobachten ist, sehr grosse Übereinstimmung mit der Oberflächenverkieselung der Tertiärquarzite."

Meyer & Stets (1996) schließen sich der Deutung von Wagner (1926a) und Wagner in Wagner & Michels (1930b) an.

Anderle (1999) deutet die Brekzie als fossilen verkieselten Hangschutt.

Grimm & Grimm (2003: 76) beschreiben das Gestein als Quarz-Quarzit-Brekzie mit verkieselter Matrix und deuten sie als verkieselte Schuttstromsedimente der Budenheim-Formation.

4.2 Heutige Deutung

Die Goethe-Brekzie ist nicht einheitlich gebildet worden. Die überwiegende Zusammensetzung des Detritus und der Klasten aus Taunusquarzit schließt lange Transportwege aus. An der Hangbasis und in direkter Auflagerung auf Taunusquarzit (Steinbruch 2 bis 4) sprechen folgende lithologische Merkmale für reinen Hangschutt (Primärbrekzie sensu Murawski 1992, Ablagerungsbrekzie sensu Füchtbauer 1988, allgemein Kolluvial):

- häufig kavernöses Gefüge,
- eintöniges Komponentenspektrum aus Taunusquarzit und Milchquarz (Zusammensetzung wie das Anstehende am Rochusberg-Steilhang), überwiegend nur kantengerundet).

Diese Merkmale finden sich bis zum Topp des Rochusbergs. Während vor Steinbruch 2 eine 20 m mächtige Brekzie nachgewiesen wurde (WAGNER 1926a, WAGNER & MICHELS 1930a, b), sind es am Topp nur noch bis 0,5 m.

Oberhalb von Steinbruch 2 ist eine lamelläre Brekzie ausgebildet, die eine Falte zeigt (s. Abb. 4). Dasselbe Bild ist in Block 10 der Goethestein-Inszenierung zu sehen (s. Abb. 13). Das beschriebene Makro- und Mikrogefüge wird einerseits als Folge von jüngerer Schertektonik interpretiert. Für ein postvariscisches Alter sprechen die blaue Lumineszenz und die Einschlussarmut zerscherter Quarzklüfte (Abb. 19, 24). Solche Schergefüge, wie unter 3.3.3 beschrieben, sind vom variscisch deformierten Südrand des Taunus bekannt (KLÜGEL (1997). Es liegt deshalb nahe, den mikroskopischen Befund (Abb. 24) an einer Probe von Block 10 (Abb. 12, 13) hier einzuordnen. Der Chert wäre dann erst später (bezogen auf den Schervorgang) in dieses variscische Schergefüge eingedrungen.

Alternativ wird die genannte Falte als Stauch- oder Fließfalte in einem hangparallel ausgebildeten Schutt angesehen. Die besondere Schuttbildung aus lamellärem Taunusquarzit wird auf hier anstehenden, primär planar geschichteten bzw. tektonisierten Taunusquarzit zurückgeführt, der verwittert und parautochthon hangabwärts geglitten ist.

Teile der Brekzien-Ausbildung sprechen für (zeitweise) aquatische Beeinflussung; sie weisen eine sandig-kiesige Grundmasse bzw. Füllmasse zwischen Steinen und Blöcken auf. Diese Brekzien-Typen sind leider nur als Findlinge bekannt. Verglichen mit der stark sandigen Grundmasse der Proben von der Hangmitte (Steinbruch 3, s. u.) könnte es sich um Einspülungen während der Bildung der marinen Alzey-Formation handeln, die hier in der Hangmitte auch noch vorhanden ist. Teilweise liegt Einkieselung vor, aber mit poröser und braun gefärbter statt gelber Matrix.

Der Topp (Hangkante Rochusberg westlich der Kapelle) ist deutlich fluviatil-terrestrisch beeinflusst:
- Die Komponenten sind gut gerundet.
- An der Grenze des Hangschutts zum sandig-kiesigen fluviatilen Bereich treten Wurzelspuren auf.

In keinem Block der Goethe-Brekzie ist Bunter Schiefer als Komponente der Brekzie vorhanden. Das wäre aber zu erwarten, wenn eine Störungsbrekzie zwischen Bunten Schiefern und Taunusquarzit vorliegen würde, wie von WAGNER (1926a) bzw. WAGNER & MICHELS (1930b) gefordert. Weiterhin ist keine glatte Auflagerungsfläche der Brekzie auf Taunusquarzit ausgebildet, sie lagert dem Hang teilweise stufig verspringend auf (z. B. Steinbruch 2 und Hangkante darüber). Diese Auflagerungsfläche ist deutlich flacher geneigt als die Schichtgrenze Bunte Schiefer zu Taunusquarzit (vgl. Querprofil in Abb. 2). All diese Beobachtungen sprechen gegen eine allgemeine Deutung der Brekzie als Störungsbrekzie, sondern für eine Hangschuttbrekzie.

Unverstanden bleibt der Effekt der Verdrängung sowohl von Quarz in Fragmenten aus Taunusquarzit als auch von Kluftquarz. VALETON (1988) erwähnt zwar die

Möglichkeit der Verdrängung auch von Quarz durch Chert bei wechselnden pH-Werten. Bei den vorliegenden Brekzien ist allerdings die Verdrängung im Bereich der gelben Kalotten eklatant und ein bestimmendes Merkmal für das Gesteinsgefüge (s. Abb. 8).

Eine wichtige Beobachtung, für die wir aber noch keine Erklärung haben, ist die Zersetzung des Taunusquarzits in den Konglomeraten und Brekzien, die begleitet wird von der Bildung von unreinem Chert und oft von diffus lagiger Anreicherung opaken Materials. In gröberen Geröllen und Klasten wird, von einem Rand ausgehend, ein Teil des Gerölls von einem hellen graugelben Material eingenommen, das gelegentlich auch einen internen lagigen Aufbau besitzt. Hierzu zählen wir die kalottenartigen, mit opakem Material angereicherten Chertkrusten der gröberen Partikel. Der Kontakt gelbe Kalotte zu Taunusquarzit ist häufig korrosiv und ist als solcher auch makroskopisch zu erkennen. Unter dem Mikroskop lassen sich die gleichen Verhältnisse kongruent verfolgen. Chert und opakes Material dringen über Korngrenzen in das Quarzitgefüge ein und verdrängen Quarz oder befördern die partielle bis vollständige Auflösung der kleineren Quarzitpartikel in ihre Kristallindividuen, die einen Teil der interpartikulären Matrix neben neugebildetem Chert ausmachen.

Eine kürzlich erschienene Arbeit von WATKINS et al. (2011), die sich mit der Bildung von Opal in Gegenwart von Mikroben befasst, wirkte sehr inspirativ auf unser Bemühen, Erklärungen oder Deutungen für das Phänomen der verdrängenden gelben Kalotten zu finden. Wenngleich die Umstände der Opalbildung wenig mit denen der hier beobachteten Auflösung des Taunusquarzits gemein haben, so ist doch die Darstellung von Mikrobenmatten auf den Opal-Knollen ähnlich der in unseren gelben Kalotten. Auch das Vordringen des opaken Materials in dem Taunusquarzit entlang von Korngrenzen entspräche dem bei WATKINS et al. (2011) abgebildeten Formenschatz. Folgt man nun der Vorstellung vom Vermögen von Mikroben, Quarz zu zersetzen, so wäre der Chert in den Kalotten die wieder ausgefällte Kieselsäure des Taunusquarzits, und es wird verständlich, warum die detritischen Geröllformen weitgehend erhalten blieben.

Hier sind weiterführende geochemische Untersuchungen nötig, die den Rahmen dieses Beitrags aber sprengen würden.

Die Entstehung der Chert-Matrix wird im weiten Reich der Silcretes gesehen. Die Mikrogefüge-Bilder der verkieselten Brekzie vom Rochusberg liegen innerhalb des Spektrums der Silcrete-Mikrogefüge nach SUMMERFIELD (1983), wie sie VALETON (1988: 520) abbildet. Im Tertiär wurde während der Abtragungsphasen der mesozoisch-tertiären Verwitterungsrinde (VEERHOFF & SPIES 1996) viel Kieselsäure fluviatil mobilisiert. Dabei können poröse Gesteine durch lateralen Kieselsäuretransport silifiziert werden (VALETON 1988). Das ist im Rheinischen Schiefergebirge und angrenzenden Gebieten in vielen oligozänen fluviatilen Ablagerungen vonstatten gegangen (Eifel: LÖHNERTZ et al. 2011; Westerwald: SCHÄFER et al. 2011; Nahebergland und Nordpfalz: GRIMM et al. 2011, s. a. Kap. 6). Die chemische Verwitterung allein führt dabei nicht zu einer Verkieselung des Untergrunds, wie durch mesozoisch-tertiäre Verwitterung gebleichte und kaolinisierte Taunusquarzite wie z. B. im Quarzitbruch Spabrücken zeigen. Eine Rolle bei der Ausfällung der fluviatil herantransportierten Kieselsäure spielt ein semiarides

Klima mit durch periodische Regenfälle ansteigendem und in den Trockenperioden wieder absinkendem Grundwasserspiegel, wobei durch Evaporation SiO_2 nach oben transportiert wird (WIPKI 1995). In saurem Milieu, wie in Wurzelböden von Auenwäldern, fällt Kieselsäure aus. Das entspricht den Vorgängen in der Flussterrasse am Topp des Rochusbergs.

Auf die Möglichkeit von Silifizierung in permeablen Sedimenten von Küstenregionen beim Kontakt von kontinentalem Grundwasser mit marinem Porenwasser weist LASCHET (1984) hin. Die marine Küstenfazies des Oligozäns des Mainzer Beckens (Alzey-Formation) ist allerdings äußerst selten silifiziert (Fundstelle Stromberg; ZÖLLER 1984, eigene Geländedaten).

Die CL-Analyse der Proben vom Rochusberg gibt keinen Hinweis auf eine hydrothermale Quarzzufuhr. Obwohl es kein spezifisches Lumineszenzverhalten für hydrothermalen Quarz gibt, zeigt die Erfahrung doch, dass die Lumineszenz von hydrothermal beeinflusstem Quarz sich immer von derjenigen diagenetisch gebildeten Quarzes unterscheidet.

Aus den zusammengetragenen Daten ließe sich für die Chertisierung folgende Abfolge herleiten:

- Die älteste Silifizierung könnte teilweise syntektonischer Chert in tektonisierten Taunusquarzitlamellen sein; diese entstanden auf einer streichend angelegten Scherzone im Taunusquarzit.
- Verwitterung und Ablagerung als Hangschutt am steilen Nordhang des Rochusbergs; Mikrobenaktivitäten schaffen geopetal orientierte gelbe Kalotten in einem durchfeuchteten, vadosen System. Gelegentliche Rutschungen im Hangschutt verstellen die Gerölle etwas, weshalb die Verfolgung eines einheitlichen Prinzips der Kalotten innerhalb eines Blocks in der Goethestein-Inszenierung nicht gelingen will. Inwieweit SiO_2 aus der Mikrobentätigkeit auch für die Chertisierung der Brekziengefüge verwandt wurde, muss spekulativ bleiben.
- Zementation durch Chert, Bildung von Quarz als Rasen in Spalten und Kavernen, homoaxialer Quarz auf Körnern und Geröllen. Die Bildung von Quarz setzt phreatisches Milieu voraus, d. h., dass alles im Wasser stand.
- Die Kalottenbildung und die Zementation können sich wiederholt ereignet haben, was die Möglichkeit des Re-Konglomerates in Block 5 schuf.
- Die endgültige Einkieselung sowohl der Brekzien als auch der Konglomerate im phreatischen Milieu führte auch zur in situ-Einkieselung der autochthonen Wurzelstöcke eines Auenwalds, sodass noch heute formgetreue Abdrücke der Wurzelaußenflächen in der chertisierten Grundmasse zu erkennen sind. Das noch vorhandene organische Material wurde hiervon nicht durchtränkt, sodass keine Verkieselung desselben stattfand. Anschließend wurden die Wurzeln der abgestorbenen Bäume partiell zu Limonit umgewandelt, hervorgegangen aus einer Pyrit/Siderit-Phase der im Grundwasser-Redoxbereich stehenden Wurzeln. Limonit und die organischen Überreste der Wurzeln sind durch spätere Verwitterung wieder verschwunden; es blieb eine Gelbfärbung der Wurzelröhren.

Dass die Durchwurzelung des Lockersediments mit ursächlich sein kann für eine erneute Mobilisierung von Kieselsäure, zeigen durch Wurzeln angegriffene ältere gelbe Chert-Rinden. Da Huminsäuren fällend auf gelöste Kieselsäure wirken, lässt sich dieser Vorgang wahrscheinlich wiederum mit mikrobieller Aktivität erklären.

Die Goethebrekzie zeigt also eine multifaktorielle Genese. Die große Masse der Brekzie kann heute als Verwitterungsbildung im weiten Feld der Silcretes angesehen werden. Die Interpretation von Details bleibt zunächst noch widersprüchlich und unsicher. Zukünftige Forschungen werden sich damit und mit den potentiellen bakteriellen Zersetzungsvorgängen näher beschäftigen müssen.

5 Lithostratigrafische Einstufung der Goethe-Brekzie

Die tertiären Ablagerungen am Nord- und Südhang des Rochusbergs erlauben für die östliche tektonische Scholle die Bestimmung eines lithostratigrafischen Mindestalters für die Goethe-Brekzie und eines lithostratigrafischen Alters für die Verkieselung.

Aus WAGNER & MICHELS (1930a) und eigenen Geländebegehungen ergeben sich folgende Einstufungen der Sedimente (vgl. Abb. 2 und Tab. 2). Für die zeitliche Einstufung der marinen Küstensedimente spielt die schrittweise Überflutung der Rochusberg-Halbinsel durch Anstieg des Meeresspiegels im Oligozän eine Rolle. Datierungshilfen sind dabei sogenannte Brandungsplattformen (nach GRIMM et al. 2000), die einen Stillstand des Meeresspiegels anzeigen:

- Bodenheim-Formation in 96,4 m ü. NN (SE Rochusberg, dort die Hochberg-Subformation) und darunter (SE Rochusberg, Bohrung Fachhochschule Bingen),
- Bodenheim-Formation (Rosenberg-Subformation) zwischen 120 und 155 m ü. NN (SE Rochusberg),
- Alzey-Formation in 105 m ü. NN (SE Rochusberg, lithostratigrafischer Bereich unterhalb Brandungsplattform 1),
- Alzey-Formation in 140 m ü. NN (SE Rochusberg, auf Brandungsplattform 2),
- Alzey-Formation in 160 m ü. NN (NE Rochusberg, Konglomerat bei Steinbruch 3 und N Aussichtspunkt Goetheruh, entspricht Bereich zwischen Brandungsplattform 2 und 3),
- Stadecken-Formation in 155 bis 190 m ü. NN (SE Rochusberg, dort die Pfadberg-Subformation),
- fluviatil-konglomeratische Goethe-„Brekzie“ in 185-190 m ü. NN (NE Rochusberg, entspricht der Budenheim-Formation, lagert diskordant auf der ehemaligen Brandungsplattform 3).

Lithostratigrafisch gehört die Hangschutt-Brekzie zur Steingang-Formation der Oberrhein-Gruppe (GRIMM & GRIMM 2003: Tab. 1). Sie konnte sich bilden, sobald der Rochusberg-Taunusquarzit als Härtling aus den devonischen Schiefern herauspräpariert wurde. Doch wann begann das? Seit dem Dogger fand im Mainzer Becken keine Sedimentation mehr statt (ROTHAUSEN & SONNE 1984). Am Ende des Mesozoikums lag hier eine Peneplain (Rumpffläche) vor. Erste känozoische Sedimente sind die sogenannten Eozänen Basistone, die in erzgebirgisch streichenden Tälern abgesetzt wurden (ROTHAUSEN & SONNE 1984). Sie sind östlich vom Rochusberg in Bingen-Kempten in Bohrungen nachgewiesen (WAGNER & MICHELS 1930b, SONNE 1963, SITTLER & SONNE 1971) und haben wahrscheinlich ein unter- bis obereozänes Alter (ROTHAUSEN & SONNE 1984, GRIMM & GRIMM 2003). Im Untereozän sind auf der Störung, die den westlichen vom östlichen Ro-

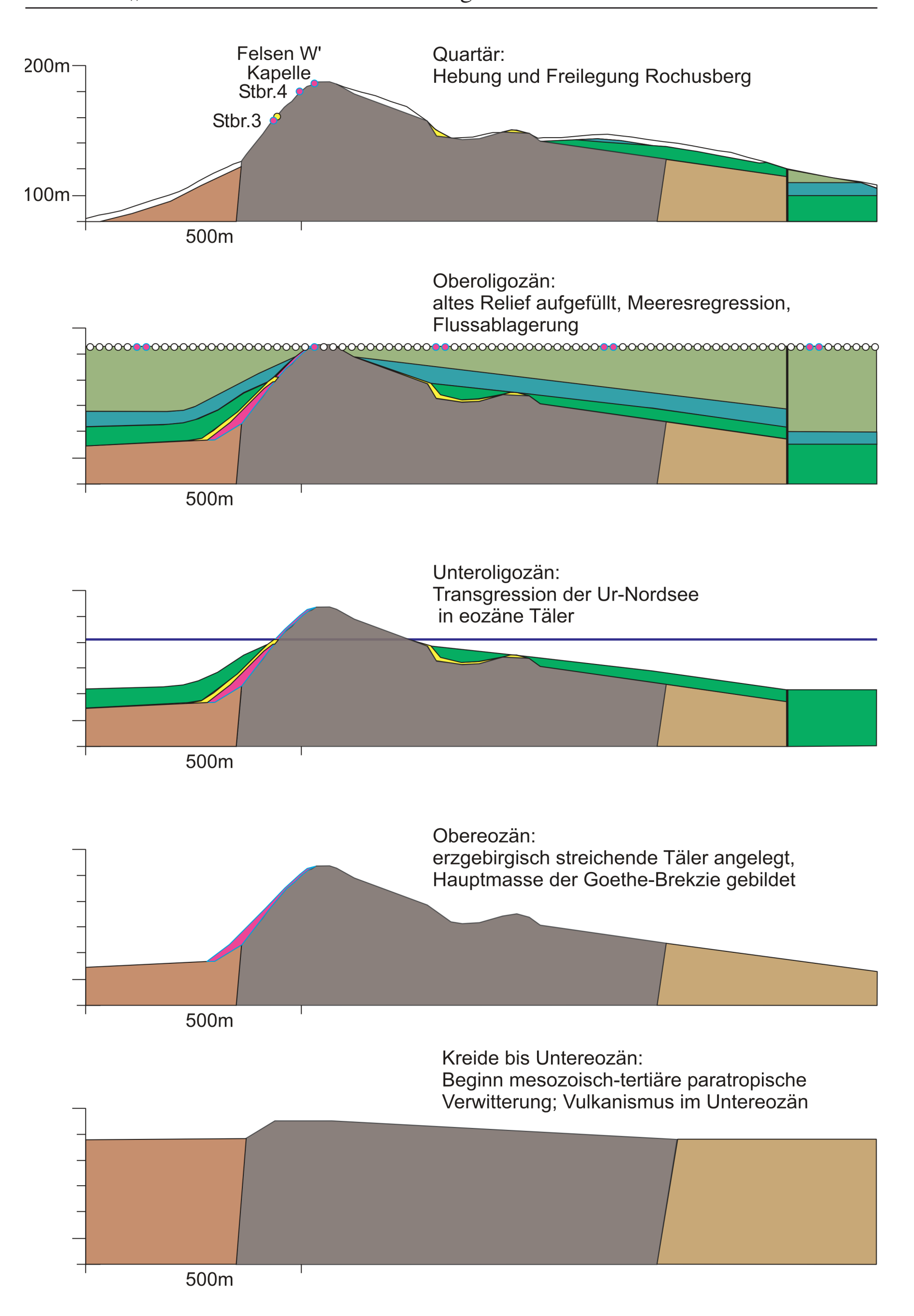


Abbildung 25: Schnitte durch den Rochusberg von der ausgehenden Kreidezeit über die marine transgressive Überwältigung des Rochusbergs im Oligozän bis zur quartären Freilegung durch Hebung und Rhein-Erosion; Legende s. Abb. 2.

chusberg trennt (vgl. Abb. 2), basaltische Laven aufgedrungen (HORN et al. 1972). Da sie auch Basalttuffe führen, ist von phreatomagmatischen Schlotbrekzien auszugehen, die im Grundwasserkontakt entstanden. In dieser Höhe (heute 165 m bzw. 177 m ü. NN) war damals also noch Grundwasser vorhanden, die Landoberfläche lag noch darüber. Der Rochusberg war im Untereozän (vor 51 Millionen Jahren) demnach höchstens ein flacher Hügel (vgl. Abb. 25). Die Hauptmasse der Brekzie muss in der Zeit danach entstanden sein, also zwischen dem ausgehenden Untereozän und dem beginnenden Unteroligozän (erste Meeresingression in die dann vorhandenen Täler). Am Eingang des Steinbruchs 2 (120 m ü. NN) standen ehemals 20 m Brekzie an. Ungefähr in diesem Bereich lag der eozäne Hangfuß. Im Hangabschnitt zwischen Steinbruch 2 und Steinbruch 4 wurde die Brekzie durch die Meeresbrandung der Alzey-Formation (vor 30 Millionen Jahren) aufgearbeitet und überlagert. Die Brekzie reicht bis zum Topp des Rochusbergs, wo sie sich bis zur abschließenden marinen transgressiven Überwältigung des Rochusbergs noch bilden konnte (ungefähr bis zum Ende der Sulzheim-Formation vor ca. 26 Millionen Jahren). Dann wird der Rochusberg durch fluviatile Kiese der oberoligozänen Budenheim-Formation diskordant überlagert.

Demnach wäre die Hangschutt-Brekzie seit dem ausgehenden Untereozän am steilen Nordhang des Rochusbergs gebildet und zu verschiedenen Zeiten durch marine Brandung (Alzey-Fm.) bzw. Flüsse (Budenheim-Fm.) aufgearbeitet worden (Abb. 25). Die Bildungszeit umfasst bis zu 25 Millionen Jahre.

Durch die Erosion/Antezedenz des eiszeitlichen Rheins (vor mehreren hunderttausend Jahren) wurde die Brekzie wieder freigelegt und langsam aus dem Mantel der oligozänen Sande und Mergel exhumiert. Durch Frostsprengung und Windschliff während des Pleistozän wurde sie zerlegt und Blöcke sowie Anstehendes an der Außenseite poliert (s. Kap. 7). Durch periglaziales Hangfließen gelangte sie bis an die heutige Mainzer Straße. Auf dem Nordhang des Rochusbergs hat der intensive Abbau des Taunusquarzits zu einer flächigen Entfernung der dem Taunusquarzit auflagernden, den Abbau störenden Brekzie geführt.

6 Weitere stratigrafisch bzw. lithologisch ähnliche Sedimente der Umgebung

Petrografisch ähnliches Material wie die Konglomerate am Topp des Rochusbergs findet man in den Süßwasserquarziten des Oberoligozäns, die v. a. im Randbereich des westlichen Mainzer Beckens verbreitet sind. Sie stellen kieselig gebundene, gut gerundete Flusskiese dar (REIS 1921, WAGNER 1926b, WAGNER & MICHELS 1930b, ZÖLLER 1984, GRIMM et al. 2011). Sie treten ausschließlich auf prätertiärem Untergrund auf (Rotliegendes im Südwesten, Devon im Westen und Norden des Rochusbergs). Bereits MICHELS (in WAGNER & MICHELS 1930b) wies auf die makroskopische Ähnlichkeit der Goethe-Brekzie mit diesen Süßwasserquarziten hin.

Ein solcher Süßwasserquarzit von Mandel (auf sekundärer Lagerstätte in pleistozäner Hochterrasse; Abb. 26) wurde näher untersucht.

Der Quarzit ist ein Konglomerat mit gelb chertisierter Grundmasse und dünnen gelben Kalotten an den mittelkiesigen Milchquarz- und Taunusquarzit-Kompo-



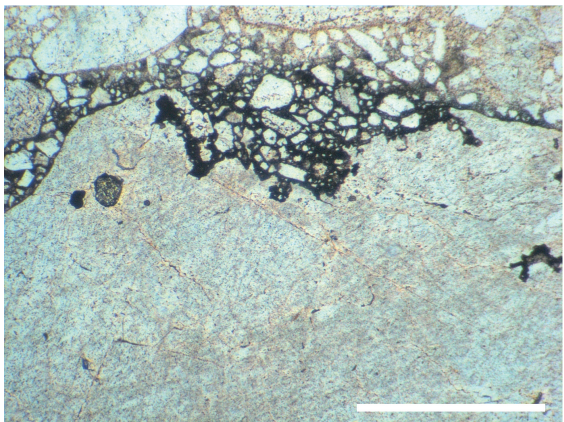


Abbildung 26: Mandel, oberoligozäner konglomeratischer Süßwasserquarzit, umgelagert in pleistozäner Hochterrasse (Landessammlung f. Naturkunde RLP, G2011/5019-LS und Zinkernagel-Geolab Weinberg 1,01; Fotos: U. Zinkernagel).

a) Schnitt, Maßstab 0,5 cm.

b) DL-Modus; Grob kristalliner Detritus besteht ausschließlich aus tektonisiertem Kluftquarz und Metaquarziten. Gerölle sind eingebettet in locker gepackten Quarzsand (CL-Beobachtung). Nachfolgende Einkieselung durch feinkristallinen Quarz hat das Gefüge fast gänzlich geschlossen. Zerbrochene Gerölle sind durch blau lumineszierenden Quarz verheilt. Die gleiche Quarzvariante hat auch Sandkörner als Kristallisationskeime benutzt, bildet an zahlreichen Körnern einen blauen Saum und vergröbert die Körner. Zahlreiche Gerölle sind häufig auf einer vermeintlich gleichgerichteten Seite korrodiert, wobei ein beträchtlicher Teil der Gerölle gelöst sein kann; Maßstab 0,5 mm.

nenten. Mikroskopisch zeigen sich Gerölle, die in locker gepacktem Quarzsand eingebettet sind (CL-Beobachtung). Chertartiger Quarz schließt das Gefüge. Die Komponenten weisen dünne ockerfarbige Chert-Ränder auf. Die chertisierte Matrix ist gröber kristallin. In eventuell zuvor offenen kavernösen Porenbereichen ist sehr feiner Chert ausgeschieden, der Ghost Structures von verdrängten und in Chert umgewandelten detritischen Komponenten (Biogenen?) aufweist.

Die geochemischen bzw. biogenen Prozesse in den Proben vom Rochusberg und vom Weinberg bei Mandel scheinen jeweils die gleichen oder sehr ähnliche ge-

wesen zu sein, wie die Verdrängung von Quarz des Altbestandes durch die Chertmatrix in beiden Bereichen zeigt (vgl. Abb. 18).

7 Postsedimentäre Erosionseffekte

Bereits v. GOETHE (1817) beschrieb einen Chalcedon-artigen Überzug einzelner Blöcke. Er nahm an, die „Urbreccien" hätten „... durch die Witterung den bekannten Chalzedon-Überzug erlangt". GOETHE vermutete, die Blöcke hätten einen durchsichtigen, mikrokristallinen Quarzüberzug, ähnlich wie die glänzende Glasur bei Töpferwaren.

Einzelne Blöcke sind glänzend poliert (Abb. 27). Dabei sieht man auch Facettierungen. Auch im Anstehenden ist dies am Topp des Rochusberges sowohl an Taunusquarzit- als auch an Kieselkonglomerat-Felsrippen sichtbar (Abb. 28).

Die Blöcke und Felsrippen wurden während der pleistozänen Eiszeit (ab der Bildung der Hochterrasse des Rheins) durch den antezedent einschneidenden Rhein freigelegt und fluviatil sowie durch Ablation beeinflusst. Damals gab es in unserem Raum eine Kältesteppe. Der Wind wehte vor allem als Fallwind von den Hunderte von Metern dick vergletscherten Gebieten herunter. Der Boden trug nur eine schüttere Pflanzendecke, sodass die Fallwinde in den trockenen Flussebenen Quarzsand auswehen konnten. Dieser wirkte auf die Brekzienblöcke und die anstehenden Felsrippen wie ein modernes Sandstrahlgebläse. Ihre Oberflächen



Abbildung 27: Goethestein-Inszenierung, Block 11 (Steingang-Formation); Politur durch Wasser- und Windschliff (Foto: U. Zinkernagel).

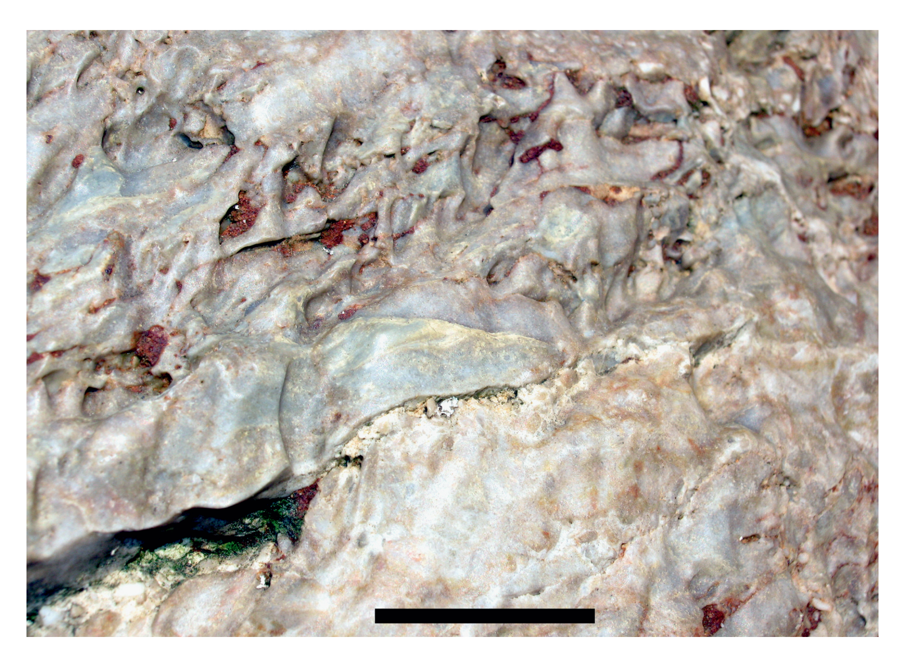


Abbildung 28: Goethestein-Inszenierung, Block 10 (entspricht der Fazies oberhalb von Steinbruch 2; Steingang-Formation); Facettierungen und Politur durch Windschliff; Maßstabsbalken 2 cm (Foto: T. Schindler).

wurden dadurch fein poliert (der Goethe‘sche Chalzedonüberzug) und durch Abtragung weicherer Partien facettiert.

8 Zusammenfassung

Der Rochusberg-Nordhang weist eine dem devonischen Taunusquarzit auflagernde verkieselte Brekzie auf, die schon v. GOETHE (1817) beschrieben hat. Sie besteht aus Taunusquarzit und Gangquarz. Sie entstand durch Verwitterung im Alttertiär. Mikrobielle Aktivität in einem vadosen System erzeugte im Eozän und beginnenden Unteroligozän geopetal orientierte gelbe Chert-Kalotten an den Taunusquarzit-Komponenten. Teile des Hangschutts wurden im mittleren Oligozän durch marine Brandung aufgearbeitet. Im Oberoligozän überlagerten Flusskiese den Hangschutt und den Taunusquarzit. Hier finden sich weiterhin Chertbildungen in Form von Kalotten als Folge mehrphasiger mikrobieller Aktivität. Gleichzeitig erfolgte im phreatischen Milieu Zementation durch Chert und Quarz. Außerdem wurde ein Auenwald in situ eingekieselt, es sind Wurzelabdrücke erhalten. Die Kieselsäure stammt aus der siallitischen Verwitterung des paläozoischen Grundgebirges und wurde fluviatil mobilisiert. Ähnliche Chertbildungen finden sich in zeitgleichen Flussablagerungen im Osthunsrück und im Nahebergland.

Die Bildungszeit der Brekzie umfasst bis zu 25 Millionen Jahre. Durch die Antezedenz des pleistozänen Rheins wurde die Brekzie wieder freigelegt.

9 Danksagung

Für die erfolgreiche Zusammenarbeit bei der Erstellung des geotouristischen Highlights Gothestein danken wir herzlich Frau Oberbürgermeisterin Birgit Collin-Langen, Frau Claudia Budinger und Herrn Michael Peter, alle Stadt Bingen. Für vielfältige Hilfe danken wir weiterhin den Damen und Herren M. Berg, Bingen, Heiner Deinhard, Bingen, Dr. Alexander Hildebrand, Wiesbaden, Prof. Dr. Roman Koch, Erlangen, Dipl.-Biologin Gisela Maul, Weimar, Kiyoshi Moma, Bingen, Dr. Heinz-Dieter Nesbor, Wiesbaden, Thomas Bizer, Mainz, und Markus Poschmann, Mainz. TSch dankt der GDKE/Referat Erdgeschichte herzlich für diverse Aufträge in Zusammenhang mit dem Goethestein. Für seine Geduld danken wir dem Schriftleiter, Herrn Prof. Dr. Benedikt Toussaint, Taunusstein.

10 Literatur

Archivalien

Bergakten des Bergamts Bad Kreuznach im Archiv des Landesamtes für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz in Mainz: Qt B602 und Bände ohne Nummer.

Gedruckte Quellen

ANDERLE, H.-J. (1999): Goethes „Urbreccie“ und die Geologie des Rochusberges bei Bingen. – Exkursionshefte nass. Ver. Naturkde., **16**: 8 S.; Wiesbaden (unveröff.; enthalten auf einer käuflichen DVD des NVN mit PDFs aller Veröffentlichungen des Vereins).

ERCKMANN, G. (1896): Der Rochusberg bei Bingen in seiner Bedeutung für den naturgeschichtlichen Unterricht. – Jahresbericht Großherzoglich Hessische Realschule zu Bingen am Rhein. Über das Schuljahr Ostern 1894 bis Ostern 1895: 17-32; Bingen.

FÜCHTBAUER, H. (Hrsg.) (1988): Sedimente und Sedimentgesteine, 4. Auflage. – 1141 S.; Stuttgart (Schweizerbart).

GOETHE, J.W. v. (1817): Über Kunst und Alterthum in den Rhein- und Mayn-Gegenden. – Stuttgart (Cotta).

GRIMM, K.I. & GRIMM, M.C. (2003): Geologischer Führer durch das Mainzer Tertiärbecken. – In: GRIMM, K.I., GRIMM, M.C., NEUFFER, F.O. & LUTZ, H. (Hrsg.): Die fossilen Wirbellosen des Mainzer Tertiärbeckens. – Mainzer naturwiss. Arch. Beih., **26**: 3-159; Mainz.

GRIMM, K.I., GRIMM, M.C. & SCHINDLER, T. (2000): Lithostratigraphische Gliederung im Rupelium/Chattium des Mainzer Beckens, Deutschland. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **218**(3): 343-397; Stuttgart.

GRIMM, K.I., GRIMM, M.C., RADTKE, G., KADOLSKY, D., SCHÄFER, P., FRANZEN, J.L., SCHINDLER, T., MARTINI, E. & HOTTENROTT, M.C. (2011): 5.2. Mainzer Becken. – In: Deutsche Stratigr. Kommission (Hrsg.): Stratigraphie von Deutschland – Tertiär, Teil 1: Oberrheingraben und benachbarte Tertiärgebiete. – Schriftenr. dt. Ges. f. Geowiss., **75**:133-210; Stuttgart.

HORN, P., LIPPOLT, H.J. & TODT, W. (1972): Kalium-Argon-Altersbestimmungen an tertiären Vulkaniten des Oberrheingrabens. I. Gesamtgesteinsalter. – Eclogae geol. Helv., **65**:131-156; Basel.

KLÜGEL, T. (1997): Geometrie und Kinematik einer variszischen Plattengrenze. Der Südrand des Rhenoherzynikums im Taunus. – Geol. Abh. Hessen, **101**: 215 S.; Wiesbaden.

KUHN, W. & NEUFFER, F.O. (1999): Geotope im Mainzer Becken, Positiv- und Negativbeispiele. – Schriftenreihe dt. geol. Ges., **8**: 151-163; Hannover.

LASCHET, C. (1984): On the origin of cherts. – Facies, **10**: 257-290; Erlangen.
LÖHNERTZ, W., SCHINDLER, T., M. & WUTTKE, M. (2011): 5.12 Nordosteifel (exklusive Neuwieder Becken). – In: Deutsche Stratigr. Kommission (Hrsg.), Stratigraphie von Deutschland – Tertiär, Teil 1: Oberrheingraben und benachbarte Tertiärgebiete. – Schriftenreihe dt. Ges. f. Geowiss., **75:** 416-435; Stuttgart.
LOSSEN, K.H. (1867): Geognostische Beschreibung der linksrheinischen Fortsetzung des Taunus in der östlichen Hälfte des Kreises Kreuznach, nebst einleitenden Bemerkungen über das „Taunus-Gebirge” als geognostisches Ganzes. – Z. dt. geol. Ges., **19**: 509-700; Berlin.
MEYER, W. & STETS, J. (1996): Das Rheintal zwischen Bingen und Bonn. – Slg. geol. Führer, **89**: 386 S.; Stuttgart, Berlin (Borntraeger).
MURAWSKI, H. (1992): Geologisches Wörterbuch. – 254 S.; Hannover (Enke).
PRESCHER, H. (1978): Goethes Sammlungen zur Mineralogie, Geologie und Paläontologie. Katalog. – 716 S.; Berlin (Akademie-Verlag).
REIS, O.M. (1921): Erläuterungen zu dem Blatte Donnersberg (Nr. XXI) der Geognostischen Karte von Bayern (1:100.000). – 320 S.; München.
RICHTER, D.K. & FÜCHTBAUER, H. (1981). Merkmale und Genese von Brekzien und ihre Bedeutung im Mesozoikum von Hydra (Griechenland). – Z. dt. Geol. Ges.; **132**: 451-501; Hannover.
ROTHAUSEN, K. & SONNE, V. (1984): Mainzer Becken. – Slg. geol. Führer, **79**: 203 S.; Stuttgart, Berlin (Borntraeger).
SCHÄFER, P., SCHINDLER, T., HOTTENROTT, M. & WUTTKE, M. (2011): 5.10. Westerwald. – In: Deutsche Stratigr. Kommission (Hrsg.), Stratigraphie von Deutschland IX – Tertiär, Teil 1: Oberrheingraben und benachbarte Tertiärgebiete. – Schriftenr. dt. Ges. f. Geowiss., **75:** 355-376; Stuttgart.
SCHINDLER, T., ANDERLE, H.-J. & WUTTKE, M. (2009): Goethe-Stein in Bingen als geotouristisches Glanzlicht. – GMIT, **35**: 66-67; Bonn.
SITTLER, C. & SONNE, V. (1971): Vorkommen und Verbreitung eozäner Ablagerungen im nördlichen Mainzer Becken. – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1976**(6): 372-384; Stuttgart.
SOMMERMANN, A.-E., ANDERLE, H.-J. & TODT, W. (1994): Das Alter des Quarzkeratophyrs der Krausaue bei Rüdesheim am Rhein (Bl. 6013 Bingen, Rheinisches Schiefergebirge). – Geol. Jb. Hessen, **122**: 143-157; Wiesbaden.
SONNE, V. (1963): Zur Verbreitung unteroligozäner Schichten (Sannois) im westlichen Mainzer Becken. – Notizbl. Hess. L-Amt Bodenforsch., **91**: 197-205; Wiesbaden.
SUMMERFIELD, M.A. (1983): Silcretes. – In: GOUDIE, A.S. & PYE, K. (Eds.): Chemical sediments and Geomorphology: Precipitates and Residual in den near Surface Environment. – 59-92; London (Academic Press).
VALETON, I. (1988): Silcretes und terrestrische Verkieselungen. – In: FÜCHTBAUER, H. (Hrsg.): Sedimente und Sedimentgesteine, 4. Auflage. – 514-523; Stuttgart (Schweizerbart).
VEERHOFF, M. & SPIES, D. (1996): Tropische Verwitterung im Rheinischen Schiefergebirge – Klimazeugen und Lagerstätten (DGG’96 Bonn, Exkursion A5). – Terra Nostra, **1996**: 99-118; Bonn.
WAGNER, W. (1926a): Goethe und der geologische Aufbau des Rochusberges bei Bingen. – Notizbl. Verein Erdk. u. hess. geol. L.-Anst. Darmstadt f. 1925, (V), **8**: 224-231; Darmstadt.
WAGNER, W. (1926b): Erläuterungen zur geologischen Karte von Hessen im Masstabe 1:25.000, Blatt Wöllstein-Kreuznach. – 116 S.; Darmstadt (Hessischer Staatsverlag).
WAGNER, W. & MICHELS, F. (1930a): Geologische Karte von Hessen im Masstabe 1:25000, Blatt Bingen-Rüdesheim; Berlin.
WAGNER, W. & MICHELS, F. (1930b): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen im Masstabe 1:25000, Blatt Bingen-Rüdesheim. – 167 S.; Darmstadt.
WATKINS, J., BEHR, H.J. & BEHR, K. (2011): Fossil microbes in opal from Lightning Ridge – implications for the formation of opal. – Quart. Notes Geol. Survey New South Wales, **136**: 1-20; Sydney.
WEIDENBACH, H.J. (1852): Bingen und Kreuznach mit ihren Umgebungen. – 81 S.; Bonn (Habicht).
WIPKI, M. (1995): Eigenschaften, Verbreitung und Entstehung von Kaolinlagerstätten im Nordsudan. – Wissenschaftl. Schriftenr. Geologie u. Bergbau, **2**: 213 S.; Berlin (Köster).
ZINKERNAGEL, U. (1978): Cathodoluminescence of quartz and its application to sandstone petrology. – 69 S.; Stuttgart (Schweizerbart).
ZÖLLER, L. (1984): Reliefgenese und marines Tertiär im Ost-Hunsrück. – Mainzer geowiss. Mitt., **13**: 97-114; Mainz.

Hans-Jürgen Anderle
Bremthaler Str. 47
65207 Wiesbaden
E-Mail: anderle@art-geo.de

Thomas Schindler
Beratender Geowissenschaftler BDG
Büro für Paläontologie, Stratigrafie und Geotopschutz
Am Wald 11
55595 Spabrücken
E-Mail: psg.t.schindler@t-online.de

Dr. Michael Wuttke
Generaldirektion Kulturelles Erbe
Direktion Landesarchäologie
Referat Erdgeschichte
Große Langgasse 29
55116 Mainz
E-Mail: erdgeschichte@gdke.rlp.de

Dr. Ulf Zinkernagel
Consulting Laboratory
Im Pastoratsbusch 94
44797 Bochum
E-Mail: info@zinkernagel-geolab.de

Manuskripteingang: 20. August 2011

Anhang

Anhang 1: Lageskizze und Beschreibung der Blöcke der Goethe-Brekzie (**fett** = unter Denkmalschutz)

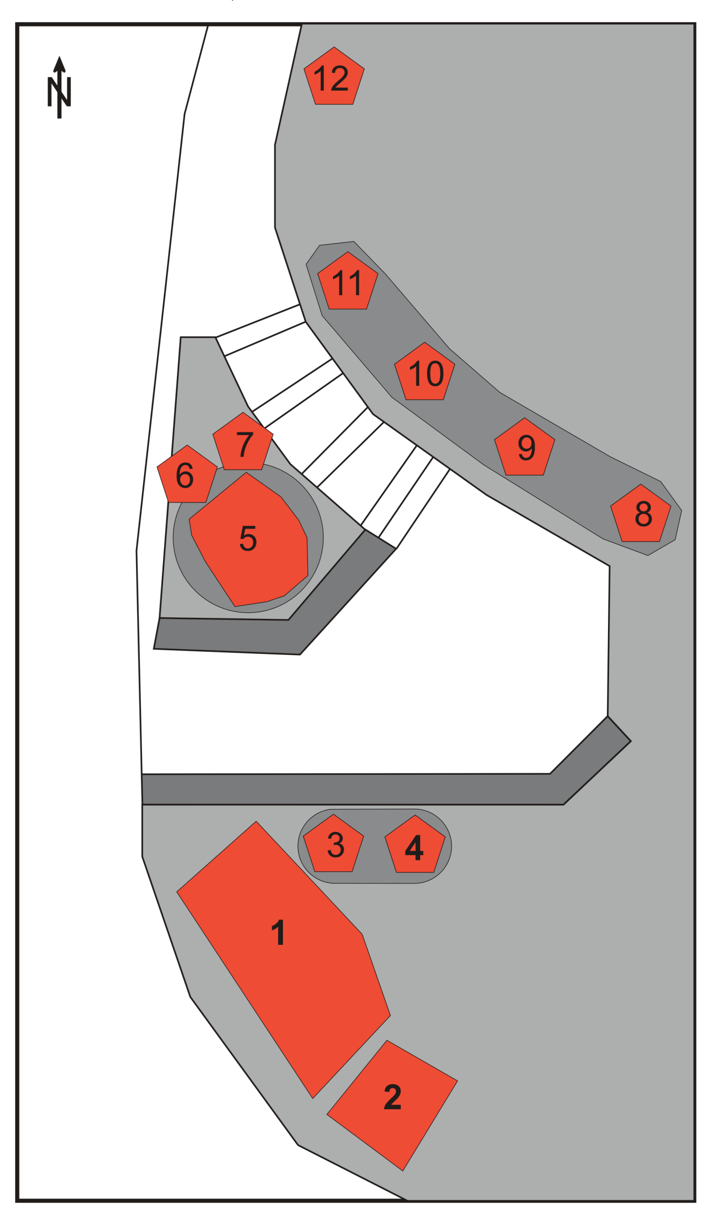


Tabelle (Anhang)

Block-Nr./ Größe [in cm]	**Farbe der Grundmasse**	**Grundmasse**	**Komponenten (Quz. = Taunusquarzit, Mqu. = Milchquarz) [in cm]**	**Rundung**	**Gefüge**	**Mikrofazies (FeO = Eisenoxid)**
1 420 x 200 x 240	beige	teils dicht, teils kavernös	Quz. bis 45 (plattig), Mqu. bis 5	teilweise eckiger Schutt	teilweise eingeregelt	teilweise FeO in Hohlräumen; partiell Windschliff
2 160 x 170 x 40	gelb + beige	dicht, selten kavernös	Quz. bis 8, Mqu. bis 2,5, dunkle Quz. bis 2	teils Gerölle, teils kantengerundeter Schutt	komponentengestützt, zw. größerem Quz.-Schutt Mittelkies	FeO in Hohlräumen (zwischen Geröllen!)
3 140 x 70 x 75	grau (sandige Zwickel) + gelb	teils dicht, teils kavernös, mS-körnig	Quz. bis 24	kantengerundeter Schutt	komponentengestützt, Nester kleinerer Gerölle / Schutt (Mischung, kavernös); plattig eingeregelt, teilweise liegt Fitting vor	teilweise Windschliff
4 125 x 110 x 75	gelb + beige	teils dicht, teils kavernös	Quz. bis 14, Mqu. bis 3, dunkle Quz. bis 7; viel Feinkies zw. Schuttstücken	kantengerundeter Schutt	basal gröber, dichter Schutt, Mitte Kies zwischen Schutt, Topp mehr kantiger Schutt	teilweise FeO in Hohlräumen; geopetaler Chert an Schuttstücken; viel Windschliff
5 120 x 120 x 100	beige + gelb	teils dicht, teils kavernös	Quz. bis 22 (Topp), Mqu. bis 5, dunkle Quz. bis 1,5, ein Konglomerat-Kiesel desselben Materials	gerundete Kiese, kantengerundeter Schutt	unten dicht, Feinkies-Linsen zw. grobem Schutt / Geröll, Mitte dicht, Topp kavernöser Schutt	Wurzelhohlräume in porösem Fein- bis Mittelkies; Wurzelabdrücke in grobsandigem Zement; zonarer, gelber, geopetaler Chert; teilweise viel Windschliff
6 80 x 55 x 30	beige	kavernös	fein-bis mittelkiesiger Quz., darin schwimmend Schutt bis 27; Mqu. bis 1	Feinkies-Schutt kantengerundet	geregelt, Feinkies-Schutt umfließt Blöcke	––

Fortsetzung: Tabelle (Anhang)

Block-Nr./ Größe [in cm]	Farbe der Grundmasse	Grundmasse	Komponenten (Quz. = Taunusquarzit, Mqu. = Milchquarz) [in cm]	Rundung	Gefüge	Mikrofazies (FeO = Eisenoxid)
7 85 x 80 x 45	gelb	kavernös	Quz. bis 12	kantengerundet	ungeregelt	geopetaler zonarer Chert; selten FeO
8 150 x 110 x 85	gelb + rotbraun	dicht + kavernös, fein- bis mittelsandig	Quz. bis 21; Mqu. bis 1,4 (selten)	kantengerundeter Schutt in Steingröße, dazw. gerundeter Mittelkies	ungeregelt, teilweise liegt Fitting vor	Windschliff; FeO in porös-kavernösen Teilen; einseitiger Chert, Orientierung unklar
9 100 x 100 x 50	rot (nur Belag), gelb; mS-körnig	kavernös	Quz. bis 16, Mqu. bis 2,5	Quz. kantengerundet	Topp plattig, eingeregelt, Mittelkies zwischen gröberem Schutt	geopetaler zonarer Chert
10 150 x 100 x 85	beige + braun	kavernös, teils dicht; teils mittel- bis grobsandig	Quz. bis 80! Mqu. bis 7	ungerundet	Quz.-Blöcke schwimmend in Quz.-Schutt; Falte; teilweise liegt Fitting vor	teilweise FeO in körniger Grundmasse; gelber einseitiger Chert (gut in dichter Einkieselung); streifig-korrasiver Windschliff
11 130 x 80 x 40	gelb + beige + rot	dicht, wenig porös; teilweise fein- bis mittelsandig	Quz. bis 12, Mqu. bis 3, dunkle Quz. bis 4	Quz. kantengerundet	ungeregelt	FeO in sandigem Zement und Hohlräumen; teilweise einseitiger Chert; Windschliff
12 120 x 90 x 75	gelb + bräunlich (Belag)	kavernös, teilweise dicht	Quz. bis 20, Mqu. bis 4	Quz. kantengerundet	ungeregelt	geopetaler, zonarer Chert; FeO in kavernösen Bereichen